NGUYỄN ANH VINH

CẨM NANG

Ôn luyện thi Đại học, Cao đẳng

Môn VẬT LÍ

Tập 1

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bản quyền thuộc Công ty TNHH Sách Sư phạm

Mã số : 02.02.1024/1497. PT 2011

Lời nói đầu

Tôi viết cẩm nang này với mong muốn giúp các em chuẩn bị tốt kiến thức và tự tin bước vào phòng thi. Hy vọng cuốn sách sẽ mang đến sự thiết thực, hiệu quả và là người bạn đồng hành cùng các em trên con đường bước tới trường đại học mà mình mơ ước. Bộ sách gồm 2 tập:

Tập 1: Dao động và sóng cơ học
Mạch RLC. Các loại máy điện. Dao động và sóng điện từ
Tập 2: Quang lí. Vật lí hạt nhân. Từ vi mô đến vĩ mô
Tuyển chọn và giới thiệu đề thi

Mỗi tập được chia theo các chủ đề, gồm nhiều dạng toán, mỗi dạng đều có phân tích và hướng dẫn giải chi tiết, trong đó chú trọng nhiều đến các phương pháp giải nhanh - ngắn gọn. Sau mỗi ví dụ đều có bài tập nhằm giúp các em vận dụng, đào sâu - mở rộng kiến thức và rèn luyện kĩ năng.

Ngày mai bắt đầu từ ngày hôm nay, hãy đọc và suy ngẫm, ghi chép và nhớ, khái quát rồi tổng hợp. Nắm vững được kiến thức, làm chủ được phương pháp, nhuần nhuyễn các kĩ năng - kĩ xảo làm bài thi, chắc chắn các em sẽ thành công!

Câu hát của bài **ĐƯỜNG ĐẾN NGÀY VINH QUANG:** *"Ngày đó, ngày đó sẽ không xa xôi và chúng ta là người chiến thắng..."* thay cho lời chúc của tôi gửi đến các em.

TÁC GIẢ

Trong quá trình học tập, nếu thấy có vấn đề gì chưa rõ về nội dung, phương pháp, các em có thể trao đổi thông qua số điện thoại ***0995.232.978*** hoặc theo dõi thêm các bài giảng của chính tác giả qua hai hệ thống:

* *Chương trình bổ trợ kiến thức Vật lí 12, kênh VTV2 – Đài truyền hình Việt Nam*

* *Học trực tuyến qua website: http://kienthucviet.vn*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 1: DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN

Dao động là chuyển động có giới hạn trong không gian, lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng xác định. Các dao động xét trong chương trình Vật lí 12 gồm: Tuần hoàn, điều hoà, tự do, tắt dần, duy trì và cưỡng bức.

1. Dao động tuần hoàn

a. Định nghĩa: Là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau xác định.

b. Đại lượng đặc trưng

– Chu kì T: Khoảng thời gian ngắn nhất để *trạng thái dao động* lặp lại như cũ.

$$\boxed{\text{Chu kỳ} = \frac{\text{khoảng thời gian}}{\text{số dao động}};\ T = \frac{t}{N}}$$

– Tần số f: "Số dao động" mà vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

$$\boxed{\text{Tần số} = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}};\ f = \frac{N}{t}}$$

Liên hệ giữa tần số và chu kì: $\boxed{f = \frac{1}{T}}$

2. Dao động điều hoà

a. Định nghĩa: Dao động mà trạng thái dao động được mô tả bằng định luật dạng cosin (hoặc sin) đối với thời gian.

b. Phương trình dao động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: A, ω là những hằng số dương. φ cũng là hằng số nhưng có thể dương, âm hoặc bằng 0. Tần số góc $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

c. Phương trình vận tốc: $v = x'(t) = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow v_{min} = 0$ tại biên và $|v_{max}| = \omega A$ khi vật qua vị trí cân bằng.

d. Phương trình gia tốc: $a = v'(t) = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow a_{min} = 0$ tại vị trí cân bằng và $|a_{max}| = \omega^2 A$ tại vị trí biên.

e. Các công thức liên hệ độc lập với thời gian

$$a = -\omega^2 x \qquad F = -kx \qquad A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

$$A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} \qquad 1 = \left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 \qquad 1 = \left(\frac{a}{a_{max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2$$

f. Cách biến đổi phương trình

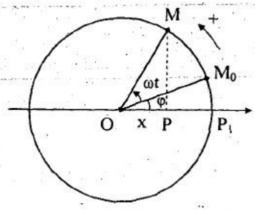
Trong các bài toán dao động, thường phải đổi cách viết đại lượng biến thiên theo hàm số sin sang hàm số cosin hoặc ngược lại. Để thỏa mãn A > 0 và ω > 0 cần dùng các biểu thức chuyển đổi sau:

$$x = A\sin(\omega t) = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = A\cos(\omega t) = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = A\cos(\varphi - \omega t) = A\cos(\omega t - \varphi)$$

$$x = -A\sin(\omega t + \varphi) = A\sin(\omega t + \varphi + \pi)$$



g. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều

Dao động điều hòa có thể được coi là hình chiếu vị trí của một chất điểm chuyển động tròn đều xuống một đường thẳng đi qua tâm và nằm trong mặt phẳng quỹ đạo.

h. Một số công thức liên quan khác

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

B. CÁC DẠNG TOÁN THƯỜNG GẶP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

DẠNG 1: Các bài toán mở đầu cơ bản có tác dụng làm quen các đại lượng, công thức và tính chất dao động

1. Các bài toán liên quan đến phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

a. Bài toán cho phương trình dao động, cho li độ x, tìm vận tốc v của vật (hoặc ngược lại, cho vận tốc v tìm li độ x)

Phương pháp giải: Sử dụng hệ thức $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} v = \pm\,\omega\sqrt{A^2 - x^2} \\ x = \pm\sqrt{A^2 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \end{array}\right.$

Ví dụ 1: Vật dao động điều hoà có phương trình $x = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm). Vận tốc của vật khi qua li độ x = 3 cm là

A. 25,1 cm/s. [✓ **B.**] ±25,1 cm/s. **C.** 12,6 cm/s. **D.** ±12,6 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì đây là bài toán cho x, tìm v khi đã biết phương trình dao động của vật nên từ phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$ suy ra $v = \pm\,\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

Thay số thu được $v = \pm\, 2\pi\sqrt{5^2 - 3^2} = \pm\, 2\pi.4 = \pm\, 25{,}1$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 5\sin\left(10\sqrt{2}t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Khi có vận tốc $v = 40\sqrt{2}$ cm/s li độ của vật là

A. ± 3 cm. **B.** ± 5 cm. [✓ **C.**] $\pm\sqrt{3}$ cm. **D.** $\pm 5\sqrt{3}$ cm.

b. Bài toán tìm tần s: $f = \frac{\omega}{2\pi}$; $f = \frac{1}{T}$; $f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}}$.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với biên độ 4 cm. Khi nó có li độ 2 cm thì vận tốc là 1 m/s. Tần số dao động bằng

A. 1 Hz. **B.** 1,2 Hz. **C.** 3 Hz. [✓ **D.**] 4,6 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thay A = 4cm, x = 2cm và v = 100cm/s vào phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

thu được $\omega = \frac{50}{\sqrt{3}}$ rad / s $\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 4{,}6$ Hz $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa có các đặc điểm sau:

- Khi đi qua vị trí có toạ độ $x_1 = 8$ cm thì vật có vận tốc $v_1 = 12$ cm/s.
- Khi có toạ độ $x_2 = -6$ cm thì vật có vận tốc $v_2 = 16$ cm/s.

Tần số dao động điều hòa của vật là

[✓ **A.**] $\frac{1}{\pi}$ Hz. **B.** π Hz. **C.** 2π Hz. **D.** $\frac{1}{2\pi}$ Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ phương trình $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, viết cho 2 vị trí ta được:

$$+\ A^2 = x_1{}^2 + \frac{v_1{}^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = 8^2 + \frac{12^2}{\omega^2} \qquad (1)$$

$$+\ A^2 = x_2{}^2 + \frac{v_2{}^2}{\omega^2} \Rightarrow A^2 = (-6)^2 + \frac{16^2}{\omega^2} \qquad (2)$$

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) cho: ω = 2 rad/s $\Rightarrow f = \frac{1}{\pi}$ Hz $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

✎ *Chú ý: Trong một số bài toán, tần số được tính rất đơn giản dựa theo định nghĩa thông thường như ví dụ sau:*

Ví dụ 4: Dao động của con lắc đơn là một dao động tuần hoàn. Biết rằng mỗi phút con lắc thực hiện 360 dao động. Tần số dao động của con lắc là

A. $\frac{1}{6}$ Hz. [✓ **B.**] 6 Hz. **C.** 60 Hz. **D.** 120 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số là số dao động vật thực hiện được trong một đơn vị thời gian. Vì vậy, nếu biết được trong 1 giây có bao nhiêu dao động xảy ra, sẽ biết được tần số của nó.

+ Vì trong thời gian 1 phút (60 giây) có số dao động là 360

Nên trong 1 giây, số dao động là $\frac{360.1}{60} = 6 \Rightarrow$ tần số f = 6 Hz $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

- *Cách làm ngắn gọn:* Vì $f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}} = \frac{360}{60} = 6$ Hz $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA - ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Tại thời điểm t = 0, một chất điểm dao động điều hòa có tọa độ x_0, vận tốc v_0. Tại một thời điểm $t \neq 0$ nào đó, tọa độ và vận tốc của chất điểm lần lượt là x và v trong đó $x^2 \neq x_0^2$. Chu kì dao động của vật bằng

A. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{x^2 - x_0^2}{v^2 - v_0^2}}$. [✓ **B.**] $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{v_0^2 - v^2}{x^2 - x_0^2}}$.

C. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{x^2 - x_0^2}{v_0^2 - v^2}}$. **D.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{v^2 - v_0^2}{x^2 - x_0^2}}$.

2. Các bài toán liên quan đến phương trình $a = -\omega^2 x$; $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$; $A^2 = \dfrac{a^2}{\omega^4} + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ **và lực kéo về** $F = -m\omega^2 x$.

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox. Lúc vật ở li độ $x = -\sqrt{2}$ cm thì có vận tốc $v = -\pi\sqrt{2}$ cm/s và gia tốc $a = \pi^2\sqrt{2}$ cm/s^2. Biên độ A và tần số góc ω là

[✓ **A.**] 2 cm; π rad/s. **B.** 20 cm; π rad/s.

C. 2 cm; 2π rad/s. **D.** $2\sqrt{2}$ cm; π rad/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ phương trình $a = -\omega^2 x$ ta được tần số góc $\omega = \sqrt{-\dfrac{a}{x}} = \sqrt{-\dfrac{\pi^2\sqrt{2}}{-\sqrt{2}}} = \pi \text{ rad/s}$

+ Với x, v và ω đã có, thay vào phương trình $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ ta được biên độ dao động $A = \sqrt{x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{\left(-\sqrt{2}\right)^2 + \dfrac{\left(-\pi\sqrt{2}\right)^2}{\pi^2}} = 2$ cm ⇒ *Đáp án A.*

✍ *Chú ý: Có thể sử dụng hệ thức* $A^2 = \dfrac{a^2}{\omega^4} + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ *để tìm mối quan hệ trực tiếp giữa vận tốc v và gia tốc a.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hoà trên đoạn thẳng dài 10 cm và thực hiện 50 dao động trong 78,5s. Tìm vận tốc và gia tốc của vật khi nó đi qua vị trí có tọa độ $x = -3$cm theo chiều hướng về vị trí cân bằng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Biên độ: $A = \frac{\ell}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{cm}$

+ Chu kì: $T = \frac{t}{n} = \frac{78,5}{50} = 1,57\text{s} \Rightarrow$ Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4(\text{rad/s})$.

+ Vận tốc: $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 4\sqrt{5^2 - 3^2} = \pm 16\text{cm/s} = \pm 0,16(\text{m/s})$

Ta chỉ lấy giá trị $v = 0,16(\text{m/s})$ vì vật đang chuyển động theo chiều dương

+ Gia tốc: $a = -\omega^2.x = -4^2.(-3) = 48(\text{cm/s}^2) = 0,48(\text{m/s}^2)$

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hoà. Khi qua vị trí cân bằng nó có vận tốc $50\ \text{cm/s}$, khi ở biên nó có gia tốc $5\ \text{m/s}^2$. Biên độ A của dao động là

A. 10 cm. [✓ **B.** 5 cm.] **C.** 4 cm. **D.** 2 cm.

Ví dụ 7: Một vật có khối lượng 400g chịu tác dụng của một lực có dạng $F = -0,8\cos 5t$ (N) nên dao động điều hòa. Biên độ dao động của vật là

A. 32 cm. **B.** 20 cm. **C.** 12 cm. **D.** 8 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Lực kéo về (lực hồi phục) làm vật dao động điều hòa có dạng:

$$F = -kx = -m\omega^2 x = -m\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) \qquad (1)$$

+ Theo đề ra, lực này có biểu thức $F = -0,8\cos 5t$ (2)

+ So sánh ta được $\omega = 5\text{rad/s}$ và $m\omega^2 A = 0,8$

$\Rightarrow A = \frac{0,8}{m\omega^2} = \frac{0,8}{0,4.5^2} = 0,08(\text{m}) = 8(\text{cm}) \Rightarrow$ *Đáp án D.*

✍ ***Chú ý:*** Để vật dao động điều hòa thì lực kéo về tác dụng lên vật phải có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ và chiều luôn hướng về vị trí cân bằng $(F = -m\omega^2 x)$.

Bài tập vận dụng: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)* Lực kéo về tác dụng lên một chất điểm dao động điều hòa có độ lớn

[✓ **A.** tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng.]

B. tỉ lệ với bình phương biên độ.

C. không đổi nhưng hướng thay đổi.

D. và hướng không đổi.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

3. Các bài toán liên quan đến phương trình mô tả trạng thái dao động.

Ví dụ 8: Một vật dao động với phương trình $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm). Vào thời điểm t = 0,5 s vật có li độ và vận tốc là

A. $x = 2$ cm; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s.
B. $x = -2$ cm; $v = \pm 20\pi\sqrt{3}$ cm/s.
C. $x = -2$ cm; $v = -20\pi\sqrt{3}$ cm/s.
D. $x = -2$ cm; $v = 20\pi\sqrt{3}$ cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow$ vận tốc $v = -40\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$.

Thay t = 0,5s ta được $\begin{cases} x = 4\cos\left(10\pi.0,5 + \frac{\pi}{3}\right) = 4.\left(-\frac{1}{2}\right) = -2\text{ cm} \\ v = -40\pi\sin\left(10\pi.0,5 + \frac{\pi}{3}\right) = 20\pi\sqrt{3}\text{ cm/s} \end{cases}$ $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 9: Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm). Hỏi gốc thời gian đã được chọn lúc vật có trạng thái chuyển động như thế nào?

A. Đi qua tọa độ x = 2 cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.
B. Đi qua tọa độ x = – 2 cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.
C. Đi qua tọa độ x = 2 cm và chuyển động ngược chiều dương trục Ox.
D. Đi qua tọa độ x = – 2 cm và chuyển động theo chiều dương trục Ox.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ $x = 4\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm) $\Rightarrow v = -40\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm/s)

+ Tại t = 0, ta có $\begin{cases} x_0 = 4\cos\frac{\pi}{3} = 2\text{ cm} \\ v_0 = -40\pi\sin\frac{\pi}{3} < 0 \end{cases}$ $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos 4\pi t$(cm), gia tốc của vật tại thời điểm t = 5 s là $a = -\omega^2 x = -\omega^2 . 6 =$

[✓ **A.** $-947,5$ cm/s^2.] **B.** $947,5$ cm/s^2. **C.** $-75,4$ cm/s^2. **D.** $75,4$ cm/s^2.

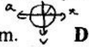
Bài toán 2: Vật dao động điều hoà có gia tốc biến đổi theo phương trình: $a = 5\cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right)(m/s^2)$. Ở thời điểm ban đầu, vật ở li độ

$t = 0 \rightarrow a = 2,5$
$a = -\omega^2 x \rightarrow x = -0,025$ m $= -2,5$cm

A. 5 cm. **B.** 2,5 cm. **C.** –5 cm. [✓ **D.** –2,5 cm.]

Bài toán 3: Một vật dao động điều hòa với chu kì T = 0,5 s. Khi pha dao động bằng $\frac{\pi}{4}$ thì gia tốc của vật là a = –8 m/s². Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ dao động của vật bằng

Tìm $x \rightarrow A = \frac{x}{\cos 45}$



A. $3\sqrt{2}$ cm. **B.** $4\sqrt{2}$ cm. [✓ **C.** $5\sqrt{2}$ cm.] **D.** 4 cm.

Bài toán 4: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s. Khi chất điểm có tốc độ là 10 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là $40\sqrt{3}$ cm/s². Biên độ dao động của chất điểm là

giải 2 pt độc lập tgian

[✓ **A.** 5 cm.] **B.** 4 cm. **C.** 10 cm. **D.** 8 cm.

$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

$A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$

Ví dụ 10: Chọn phát biểu đúng khi vật dao động điều hòa.

A. Vectơ vận tốc $\vec{v}$, vectơ gia tốc $\vec{a}$ của vật là các vectơ không đổi.

B. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ và vectơ gia tốc $\vec{a}$ đổi chiều khi vật qua vị trí cân bằng.

C. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ và vectơ gia tốc $\vec{a}$ cùng chiều chuyển động của vật.

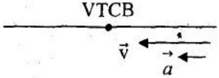
D. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ hướng cùng chiều chuyển động, vectơ gia tốc $\vec{a}$ hướng về vị trí cân bằng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

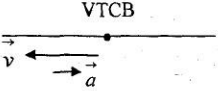
+ Vì $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ và $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$ nên v, a đều phụ thuộc vào thời gian ⇒ độ lớn của chúng thay đổi ⇒ phương án A sai.

– Vật chuyển động theo chiều nào, chiều của vectơ vận tốc $\vec{v}$ theo chiều đó.

– Khi vật đi từ biên về vị trí cân bằng, chuyển động của vật nhanh dần, lúc này vectơ gia tốc $\vec{a}$ và vectơ vận tốc $\vec{v}$ cùng chiều.



– Khi vật đi từ vị trí cân bằng ra ngoài biên, chuyển động của vật chậm dần, lúc này vectơ gia tốc $\vec{a}$ và vectơ vận tốc $\vec{v}$ ngược chiều.



+ Theo hình vẽ ⇒ khi qua vị trí cân bằng, vectơ vận tốc $\vec{v}$ không đổi chiều, nhưng vectơ gia tốc $\vec{a}$ đã đổi chiều. Căn cứ vào 2 hình vẽ trên ta thấy chiều của $\vec{a}$ luôn hướng về vị trí cân bằng, hai vectơ $\vec{a}$ và $\vec{v}$ có thể cùng hoặc ngược chiều nhau. Từ đó suy ra cả B và C sai, còn lại D đúng ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Dao động cơ học đổi chiều khi lực kéo về tác dụng lên vật

A. có độ lớn cực tiểu. **B.** bằng không. **C.** có độ lớn cực đại. **D.** đổi chiều.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 11: Kết luận nào dưới đây là đúng với dao động điều hòa?

A. Li độ và vận tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.

B. Li độ và gia tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.

C. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa luôn cùng pha với nhau.

D. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa luôn ngược pha với nhau.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để so sánh pha của chúng, cần phải viết chúng cùng hàm sin hoặc hàm cosin. Nếu

$x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì $v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

và $a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi)$.

Như vậy: + v vuông pha với x và a.

+ a ngược pha với x. ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 12: Vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm). Các thời điểm vật chuyển động qua vị trí có tọa độ x = –5 cm theo chiều dương của trục Ox là

A. t = –0,5 + 2k (s) với k = 1, 2, 3,… **B.** t = –0,5 + 2k (s) với k = 0, 1, 2,…

C. t = 1 + 2k (s) với k = 1, 2, 3,… **D.** t = 1 + 2k (s) với k = 0, 1, 2,…

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Đây là bài toán thuộc dạng cho phương trình dao động, tìm các thời điểm vật qua li độ x.*

Phương pháp giải: *Với x*, A, ω và φ đã biết, giải phương trình* $A\cos(\omega t + \varphi) = x^*$ *sẽ thu được các thời điểm t. Về phương diện toán học thì sẽ thu được 2 hệ nghiệm. Còn về phương diện vật lí thì ta biết rằng trong một chu kì vật đi qua một li độ x* hai lần và lặp lại ở các chu kì tiếp theo, vì vậy nếu không nói rõ chiều chuyển động thì cũng thu được 2 trường hợp* $\left[\begin{array}{l} t_1 = \alpha + kT \\ t_2 = \beta + mT \end{array}\right.$. *Tuy nhiên ở bài toán trên, do chỉ xét chuyển động theo 1 chiều nên chỉ có 1 hệ nghiệm mà thôi.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐC: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Có $\begin{cases} x = 5\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right) = -5 \\ v = -5\sqrt{2}\pi\sin\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right) > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right) = -\dfrac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right) < 0 \end{cases}$

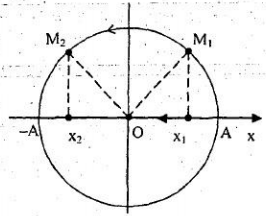
$\Rightarrow \pi t + \dfrac{\pi}{4} = \dfrac{5\pi}{4} + k2\pi$ (với $k \in Z$) $\Rightarrow t = 1 + 2k$ (s)

Để $t \geq 0$ thì k có thể nhận các giá trị 0, 1, 2, 3, … ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Một vật dao động với phương trình $x = 3\cos\left(4\pi t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$ cm. Hãy xác định các thời điểm để vật có vận tốc $v = -6\pi\sqrt{3}$cm/s?

DẠNG 2: Bài toán cho phương trình dao động

Tìm khoảng thời gian để vật đi từ li độ x_1 đến x_2 theo một tính chất nào đó



+ ***Về phương pháp tìm chung:*** Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều. Vẽ cung M_1M_2 tương ứng với chuyển động của vật trên trục Ox. Xác định góc ở tâm α mà cung M_1M_2 chắn. Giả sử trường hợp hình bên có thể tính $\alpha = \widehat{M_1OM_2} = \widehat{x_1M_1O} + \widehat{x_2M_2O}$

Với $\sin\left(\widehat{x_1M_1O}\right) = \dfrac{|x_1|}{A}$, $\sin\left(\widehat{x_2M_2O}\right) = \dfrac{|x_2|}{A}$

Thời gian ngắn nhất vật dao động đi từ x_1 đến x_2 bằng thời gian vật chuyển động tròn đều từ M_1 đến M_2 là $t = \dfrac{\alpha}{\omega} = \dfrac{\alpha}{2\pi}T$.

+ ***Về các trường hợp đặc biệt cần nhớ để giải nhanh:***

♦ Thời gian để vật đi từ x = 0 đến $|x| = A$ hoặc ngược lại là $t = \dfrac{T}{4}$ (do $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$)

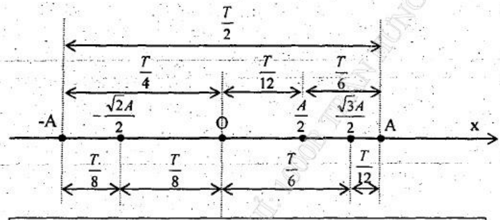
DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2-3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

◆ Thời gian đi từ x = 0 (VTCB) đến $|x| = \frac{A}{2}$ hoặc đi ngược lại là $t = \frac{T}{12}$ (do $\alpha = \frac{\pi}{6}$)

⇒ Thời gian đi từ $x = \frac{A}{2}$ đến x = A hoặc đi ngược lại là $t = \frac{T}{6}\left(t = \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}\right)$

◆ $x = 0 \leftrightarrow x = \frac{A\sqrt{2}}{2},\ t = \frac{T}{8}$ $\Rightarrow x = \frac{A\sqrt{2}}{2} \leftrightarrow x = A,\ t = \frac{T}{8}\left(\text{do } \frac{T}{4} - \frac{T}{8} = \frac{T}{8}\right)$

◆ $x = 0 \leftrightarrow x = \frac{A\sqrt{3}}{2},\ t = \frac{T}{6}$ $\Rightarrow x = \frac{A\sqrt{3}}{2} \leftrightarrow x = A,\ t = \frac{T}{12}\left(\text{do } \frac{T}{4} - \frac{T}{6} = \frac{T}{12}\right)$

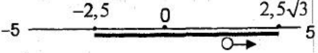

$\frac{T}{2}$
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{12}$
$\frac{T}{6}$
-A
$-\frac{\sqrt{2}A}{2}$
O
$\frac{A}{2}$
$\frac{\sqrt{3}A}{2}$
A
x
$\frac{T}{8}$
$\frac{T}{8}$
$\frac{T}{6}$
$\frac{T}{12}$

Sơ đồ phân bố thời gian chuyển động trong quá trình dao động

Ví dụ 1: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ li độ $x_1 = -2,5\text{cm}$ đến li độ $x_2 = 2,5\sqrt{3}$ cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian ngắn nhất cần tìm để vật đi từ li độ $x_1 = -2,5\text{cm}$ đến li độ $x_2 = 2,5\sqrt{3}$ cm chỉ có thể là thời gian vật đi theo 1 chiều trực tiếp từ $-2,5 \rightarrow 2,5\sqrt{3}$ như hình vẽ.


−5
−2,5
0
$2,5\sqrt{3}$
5

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

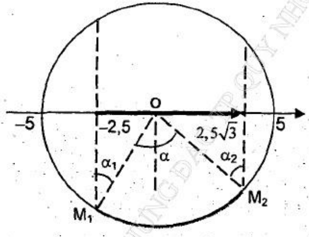
Cách 1: Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều, thời gian này chính bằng thời gian chất điểm M chuyển động trên cung M_1M_2. Cung M_1M_2 chắn góc α ở tâm. Theo hình vẽ, góc này có thể tính $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$

Với $\sin\alpha_1 = \frac{2,5}{5} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{6}$

và $\sin\alpha_2 = \frac{2,5\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\pi}{3}$

nên $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2}$

Vậy $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{4\pi} = \frac{1}{8}s = 0,125s$



Cách 2: Nếu nhớ các trường hợp đặc biệt nêu trên, ta có thể thu được kết quả nhanh như sau: $t_{-2,5\to 2,5\sqrt{3}} = t_{-\frac{A}{2}\to\frac{A\sqrt{3}}{2}} = t_{-\frac{A}{2}\to 0} + t_{0\to\frac{A\sqrt{3}}{2}} = \frac{T}{12} + \frac{T}{6} = \frac{T}{4}$

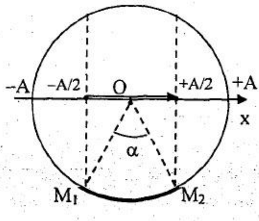
Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với chu kì T và biên độ A. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = -\frac{A}{2}$ đến $x_2 = \frac{A}{2}$ là

A. $\frac{T}{4}$. **B.** $\frac{T}{6}$. **C.** $\frac{T}{3}$. **D.** $\frac{T}{8}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Thời gian ngắn nhất cần tìm để vật đi từ li độ $-\frac{A}{2}$ đến $+\frac{A}{2}$ chỉ có thể là thời gian vật đi theo chiều dương như hình vẽ.

Bằng kiến thức hình học phẳng, dễ dàng thấy rằng cung M_1M_2 chắn góc ở tâm $\alpha = \frac{\pi}{3}$.



Vậy $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\alpha}{2\pi}T = \frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi}T = \frac{T}{6} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Cách 2: Ta có $t_{-\frac{A}{2}\to\frac{A}{2}} = t_{-\frac{A}{2}\to 0} + t_{0\to\frac{A}{2}} = \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa, biết thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ $x = 0,5A$ là 0,1s. Chu kì dao động của vật là

A. 0,4s. **B.** 0,12s. [✓ **C.** 1,2s.] **D.** 0,8s.

Chú ý: Bài toán tìm khoảng thời gian để vật đi từ li độ x_1 đến x_2 ở trên là bài toán cơ bản, trên cơ sở bài toán này chúng ta có thể làm được rất nhiều các bài toán mở rộng khác như:

– Tìm thời gian ngắn nhất để vật đi từ li độ x_1 đến vận tốc hay gia tốc nào đó.

– Tìm khoảng thời gian từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến khi vật qua tọa độ x nào đó lần thứ n.

– Tìm khoảng thời gian từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến khi vật nhận vận tốc hay gia tốc nào đó lần thứ n.

– Tìm vận tốc hay tốc độ trung bình trên một quỹ đạo chuyển động nào đó.

– Tìm khoảng thời gian mà lò xo nén, giãn trong 1 chu kì chuyển động

– Tìm khoảng thời gian mà bóng đèn sáng, tối trong 1 chu kì hay trong 1 khoảng thời gian nào đó.

– Tìm khoảng thời gian mà tụ điện C phóng hay tích điện từ giá trị q_1 đến q_2.

– Các bài toán ngược liên quan đến khoảng thời gian,…

Sau đây là một số ví dụ

Ví dụ 3: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 4\cos\left(2t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí x = 2cm đến vị trí có gia tốc $a = -8\sqrt{2}$ cm/s^2 là

A. $\frac{\pi}{24}$ s. **B.** $\frac{\pi}{2,4}$ s. **C.** 2.4π s. **D.** 24π s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

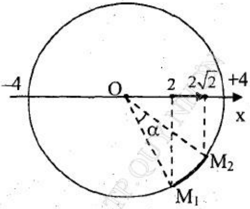
Theo biểu thức $a = -\omega^2 x \Rightarrow$ *khi vật có gia tốc* $a = -8\sqrt{2}$ *cm/s^2 thì vật qua li độ*

$$x = -\frac{a}{\omega^2} = -\frac{-8\sqrt{2}}{2^2} = 2\sqrt{2}\ \text{cm}$$

$\Rightarrow$ *Bài toán lúc này chuyển thành bài toán cơ bản là tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí x_1 = 2cm đến vị trí $x_2 = 2\sqrt{2}$ cm. Có 2 cách giải đơn giản cho bài toán này:*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Cách 1: Dùng vòng tròn, đánh dấu các vị trí và vẽ cung M_1M_2 tương ứng



Dễ dàng thấy rằng cung M_1M_2 chắn góc ở tâm $\alpha = \frac{\pi}{12}$

Vậy $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/12}{2} = \frac{\pi}{24}$ s ⇒ *Đáp án A.*

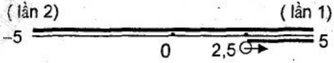
Cách 2: Nhận thấy $2 = \frac{4}{2} = \frac{A}{2}$ và $2\sqrt{2} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = \frac{A\sqrt{2}}{2}$ nên

$$t_{\frac{A}{2}\to\frac{A\sqrt{2}}{2}} = t_{0\to\frac{A\sqrt{2}}{2}} - t_{0\to\frac{A}{2}} = \frac{T}{8} - \frac{T}{12} = \frac{T}{24} = \frac{2\pi/\omega}{24} = \frac{2\pi/2}{24} = \frac{\pi}{24}\,\text{s}$$

Ví dụ 4: Một vật dao động trên trục Ox với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm

Tính từ lúc khảo sát dao động, vật đạt gia tốc cực đại lần thứ 2 vào thời điểm nào?

Phân tích và hướng dẫn giải:



Tại $t_0 = 0$ thì: $\begin{cases} x_0 = 2{,}5 \\ v_0 = 10\pi\sqrt{3} > 0 \end{cases}$

Vì gia tốc $a = -\omega^2 x$ ⇒ Gia tốc đạt cực đại khi: $x = \pm A = \pm 5$ cm

Theo chiều chuyển động ban đầu, vị trí biên x = +5 gia tốc sẽ cực đại lần thứ nhất, chờ đến biên x = –5 gia tốc sẽ cực đại lần thứ hai.

Vậy thời điểm cần tìm là: $t = t_{2,5\to5} + t_{5\to-5} = \frac{T}{6} + \frac{T}{2} = \frac{2T}{3} = \frac{2.0,5}{3} = \frac{1}{3}$ s

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa có chu kì là T. Nếu chọn gốc thời gian t = 0 lúc vật qua vị trí cân bằng, thì trong nửa chu kì đầu tiên, vận tốc của vật bằng không ở thời điểm

A. $t = \frac{T}{6}$. **B.** $t = \frac{T}{4}$. **C.** $t = \frac{T}{8}$. **D.** $t = \frac{T}{2}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án B vì vận tốc của vật bằng không khi vật nằm ở vị trí biên, vậy $t = t_{0\to A} = \dfrac{T}{4}$

Ngoài các cách giải trên, còn có thể giải theo một số cách khác nữa như các ví dụ sau đây:

Ví dụ 6: Một vật dao động với phương trình $x = 10\sin\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm. Tìm thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 5 cm lần thứ hai theo chiều dương.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Các thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 5cm được xác định bởi phương trình:

$$x = 10\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 5 \;\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right) = \dfrac{\pi}{6} + k.2\pi \\ \left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right) = \dfrac{5\pi}{6} + k.2\pi \end{array}\right. \quad (k \in Z)$$

Ta có: $v = x' = 2\pi.10.\cos\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$. Vì vật đi theo chiều dương nên v > 0

$\Leftrightarrow 2\pi.10\cos\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right) > 0$. Để thoả mãn điều kiện này ta chọn

$\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right) = \dfrac{\pi}{6} + k.2\pi \;\Rightarrow\; t = -\dfrac{1}{6} + k$ Muốn t > 0 thì k = 1, 2, 3, 4,...

Ta thấy k lấy từ giá trị 1, vậy vật đi qua vị trí x = 5cm lần thứ hai theo chiều dương ứng với k = 2, nên thời điểm cần tìm là $t = -\dfrac{1}{6} + 2 = \dfrac{11}{6}$ (s).

Ví dụ 7: Một vật dao động điều hoà với phương trình: $x = 10.\sin\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$(cm). Xác định thời điểm vật đi qua li độ $x = -5\sqrt{2}$ (cm) lần thứ ba theo chiều âm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Các thời điểm vật đi qua vị trí $x = -5\sqrt{2}$ cm được xác định theo phương trình:

$$10.\sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -5\sqrt{2} \;\Rightarrow \sin\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2} = \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right).$$

$$\Rightarrow \left[\begin{aligned} &\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)=-\frac{\pi}{4}+k.2\pi \\ &\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)=\pi+\frac{\pi}{4}+k.2\pi \end{aligned}\right. \quad \text{với } k \in Z$$

Vận tốc của vật $v = x' = 10\pi.\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$. Vì vật đi theo chiều âm, $v < 0$. Để thoả mãn điều kiện này, chỉ chọn $\left(\pi t-\frac{\pi}{2}\right)=\pi+\frac{\pi}{4}+k.2\pi$

$\Rightarrow\ t=\frac{7}{4}+2.k$ ($k = 0,1,2,3,\ldots$ để $t > 0$). Ta thấy k lấy giá trị từ 0, theo thứ tự của k, lần thứ 3 sẽ ứng với k = 2 nên thời điểm cần tìm là $t=\frac{7}{4}+2.2=\frac{23}{4}$ (s).

Ví dụ 8: Dao động điều hoà có phương trình $x = 2\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$cm. Hỏi lần thứ 10 vật qua li độ $x = -1$ cm và đang tiến về VTCB vào thời điểm nào?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi $x = -1$ ta có: $-1=2\cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow \cos\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=-\frac{1}{2}$

$\Rightarrow \left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=\pm\frac{2\pi}{3}+2k\pi$

Vật có tọa độ âm, và đang tiến về VTCB thì vật có vận tốc dương $\Rightarrow \sin\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)<0$ nên chỉ chọn nghiệm $\left(10\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=\frac{-2\pi}{3}+2k\pi$

$\Rightarrow t=\frac{-1}{30}+\frac{k}{5}$, và vì $t > 0$ nên k = 1, 2, 3, …

Theo thứ tự của k, lần thứ 10 sẽ ứng với k = 10 nên $t=\frac{-1}{30}+\frac{10}{5}=\frac{59}{30}$ (s)

Ví dụ 9: Dao động điều hoà có phương trình $x = A\cos(5\pi t+\pi)$. Kể từ thời điểm ban đầu khảo sát dao động, động năng bằng thế năng lần thứ 9 vào thời điểm nào?

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi động năng bằng thế năng thì: $\cos^2(\omega t+\varphi)=\sin^2(\omega t+\varphi)$

$$\Rightarrow \cos^2(5\pi t+\pi)=\sin^2(5\pi t+\pi)\Rightarrow \tan^2(5\pi t+\pi)=1=\tan^2\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Rightarrow (5\pi t+\pi)=\frac{\pi}{4}+\frac{k\pi}{2}\Rightarrow t=\frac{-3}{20}+\frac{k}{10}\quad \text{vì } t>0 \text{ nên } k=2,3,4,\ldots$$

Theo thứ tự của k, lần thứ 9 ứng với k = 10, vậy $t=\frac{-3}{20}+\frac{10}{10}=\frac{17}{20}$ (s)

Ví dụ 10: Một vật dao động với phương trình: $x=10.\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Xác định thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 5cm lần thứ 2010?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Thời điểm vật đi qua vị trí có li độ x = 5cm được xác định từ phương trình:

$$10.\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=5\Rightarrow \sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=\frac{1}{2}=\sin\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow\left[\begin{array}{l}\left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=\frac{\pi}{6}+k.2\pi\\ \left(10\pi t+\frac{\pi}{2}\right)=\frac{5\pi}{6}+k.2\pi\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{ll}t=-\frac{1}{30}+\frac{k}{5} & (k=1,2,3,\ldots.)\ \text{cho } v>0\\ t=\frac{1}{30}+\frac{m}{5} & (m=0,1,2,\ldots)\ \text{cho } v<0\end{array}\right.$$

+ Khi t = 0 thì $x=10.\sin\frac{\pi}{2}=10$, tức là vật bắt đầu dao động từ vị trí biên dương, nên vật đi qua vị trí x = 5cm lần thứ nhất theo chiều âm, và qua vị trí này lần 2 theo chiều dương, vậy lần thứ 2010 cũng sẽ theo chiều dương. Trong số 2010 lần vật qua vị trí x = 5cm thì chỉ có 1005 lần vật qua vị trí đó theo chiều dương, tức là $k=1005$, vậy thời điểm cần tìm là

$$t=-\frac{1}{30}+\frac{k}{5}=-\frac{1}{30}+\frac{1005}{5}=\frac{6030-1}{30}=\frac{6029}{30}\text{(s)}.$$

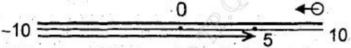
✍ ***Chú ý:*** *Dạng bài toán tìm thời điểm vật qua tọa độ x* lần thứ n mà* ***không tính đến chiều chuyển động****, ngoài cách giải nêu trên, chúng ta cũng có thể giải nhanh bằng vòng tròn hoặc dùng công thức sau:*

+ $t_n=t_1+\frac{n-1}{2}T$ *nếu n là lẻ. Với* t_1 *là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x* lần thứ nhất.*

+ $t_n = t_2 + \frac{n-2}{2}T$ *nếu n là chẵn. Với* t_2 *là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x* lần thứ hai.*

Thực vậy, với ví dụ trên, do 2010 là số chẵn nên: $t_{2010} = t_2 + \frac{2010-2}{2}T$

Trong đó t_2 *là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x = 5 lần thứ hai, dễ dàng tìm được:* $t_2 = \frac{T}{2} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{5T}{6}$



Vậy $t_{2010} = \frac{5T}{6} + \frac{2010-2}{2}T = \frac{6029}{6}T = \frac{6029}{6}.\frac{2\pi}{10\pi} = \frac{6029}{30}s$

Với cách làm như vậy, một cách tương tự bạn đọc có thể tìm được các thời điểm qua tọa độ x nào đó lần thứ 2011, 2012, vv…

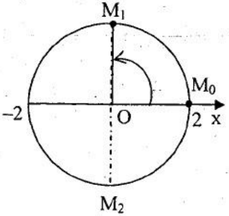
Ví dụ 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 8\cos 2\pi t$ cm. Thời điểm đầu tiên vật đi qua vị trí cân bằng là

A. $\frac{1}{4}$s. **B.** $\frac{1}{2}$s. **C.** $\frac{1}{6}$s. **D.** $\frac{1}{3}$s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giải theo vòng tròn:

Vì φ = 0 nên vật xuất phát từ M_0, thời điểm thứ nhất vật qua VTCB ứng với vật qua M_1. Khi đó bán kính quét 1 góc ở tâm $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$



$\Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi} = \frac{1}{4}s \Rightarrow$ *Đáp án A.*

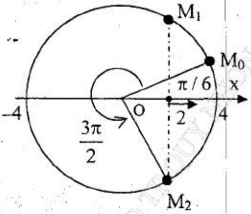
Không dùng cách này thì ta cũng đã biết thời gian để vật đi từ biên về vị trí cân bằng mất một phần tư chu kì nên chọn A! Bài toán trên chỉ giới thiệu mang tính mô phỏng, làm tiền đề cho những bài toán về sau.

Ví dụ 12: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4.\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Vật qua vị trí x = 2cm theo chiều dương lần thứ 3 vào thời điểm

A. $\frac{9}{8}$s. **B.** $\frac{11}{8}$s. **C.** $\frac{5}{8}$s. **D.** 1,5s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giải theo vòng tròn: Vì $\varphi = \frac{\pi}{6}$ nên vị trí ban đầu ứng với chuyển động tròn đều là M_0. Vật qua $x = 2$cm *theo chiều dương* tương ứng là điểm M_2. Lần thứ nhất, bán kính quét 1 góc ở tâm $3\pi/2$ Muốn qua lần thứ 3 thì phải quay thêm 2 vòng nữa (vì mỗi vòng quay, vật qua $x = 2$ cm theo chiều dương được 1 lần) tức là phải quét thêm 2.2π. Vậy tổng góc quét là



$$\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2} + 2.2\pi = \frac{11\pi}{2} \text{ nên suy ra } t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{11\pi/2}{4\pi} = \frac{11}{8}\text{s} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Ví dụ 13: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4.\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Vật qua vị trí $x = 2$cm lần thứ 2011 vào thời điểm

A. $\frac{12049}{24}$s. **B.** $\frac{12061}{24}$s. **C.** $\frac{12025}{24}$s. **D.** $\frac{12078}{24}$s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

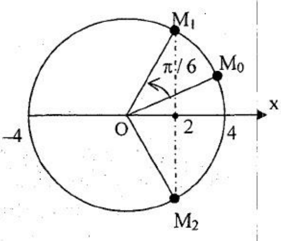
Cách 1: Giải theo vòng tròn

+ Vị trí ban đầu ứng với chuyển động tròn đều là điểm M_0. Vì chỉ tính vật qua điểm $x = 2$cm mà không xét đến chiều chuyển động nên cứ mỗi vòng quay, vật qua vị trí này hai lần tương ứng là các điểm M_1 và M_2 trên vòng tròn

+ Lần thứ nhất, là đến điểm M_1, so với OM_0 bán kính OM_1 đã quét 1 góc ở tâm $\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}$

+ Muốn có lần thứ 2011, vật cần phải đi qua thêm 2010 lần nữa, vậy chuyển động tròn tương ứng phải quay thêm 1005 vòng. Tổng góc quét là $\Delta\varphi = \frac{\pi}{6} + 1005.2\pi = \frac{12061\pi}{6}$

$$\Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{12061\pi/6}{4\pi} = \frac{12061}{24}\text{s}$$



Cách 2: Giải theo công thức tính nhanh

$$t_n = t_1 + \frac{n-1}{2}T = \frac{T}{12} + \frac{2011-1}{2}T = \frac{12061}{12}T = \frac{12061}{12}\frac{2\pi}{4\pi} = \frac{12061}{24}\text{s}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật dao động điều hòa có biểu thức li độ: $x = 2\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$cm

Thời điểm đầu tiên vật qua vị trí $x = -\sqrt{2}$cm theo chiều dương là $T/2 + T/4$

A. t = 2s. **B.** t = 3,5s. **C.** t = 4s. [✓ **D.** 1,5s.]

Bài toán 2: Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ cm.

Tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động, lần thứ hai vật có vận tốc $v_2 = -15\pi$ cm/s vào thời điểm $T/2 + T/24$

[✓ **A.** $\frac{13}{60}$s.] **B.** $\frac{39}{180}$s. **C.** $\frac{5}{60}$s. **D.** $\frac{7}{12}$s.

Bài toán 3: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x = 4\cos\frac{2\pi}{3}t$ (x tính bằng cm; t tính bằng s). Kể từ t = 0, chất điểm đi qua vị trí có li độ x = –2 cm lần thứ 2011 tại thời điểm $1005T + T/4 + T/12$

A. 3015 s. B. 6030 s. [✓ C. 3016 s.] D. 6031 s.

Tổng kết : Đến đây ta có thể tóm tắt lại và bổ sung thêm một số công thức tính nhanh cho các bài toán tìm thời điểm vật qua tọa độ x* lần thứ n.

◆ Không tính đến chiều chuyển động (dấu của v)

+ Nếu n là lẻ thì dùng công thức $t_n = t_1 + \frac{n-1}{2}T$. Với t_1 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x* lần thứ nhất.

+ Nếu n là chẵn thì dùng công thức $t_n = t_2 + \frac{n-2}{2}T$. Với t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến tọa độ x* lần thứ hai.

◆ Các trường hợp đặc biệt:

- nếu qua vị trí cân bằng lần thứ n thì: $t_n = t_1 + \frac{n-1}{2}T$
- nếu qua vị trí biên lần thứ n thì: $t_n = t_1 + (n-1)T$

◆ Nếu tính đến chiều chuyển động, vật qua tọa độ x* theo 1 chiều nào đó lần thứ n thì: $t_n = t_1 + (n-1)T$

◆ Vật cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ n, ta làm như sau:

Lấy n chia cho 4 được một số nguyên m và dư 1 hoặc 2 hoặc 3 hoặc 4

Chẳng hạn: + $\frac{2011}{4} = 502$ dư 3

+ Mặc dù $\frac{2012}{4} = 503$ nhưng ta sẽ viết $\frac{2012}{4} = 502$ dư 4.

• Nếu dư 1 thì $t_n = t_1 + mT$ với t_1 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ nhất.

• Nếu dư 2 thì $t_n = t_2 + mT$ với t_2 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ hai.

• Nếu dư 3 thì $t_n = t_3 + mT$ với t_3 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ ba.

• Nếu dư 4 thì $t_n = t_4 + mT$ với t_4 là khoảng thời gian từ vị trí ban đầu đến vị trí cách vị trí cân bằng một đoạn L lần thứ tư.

Với các bài toán vật nhận vận tốc hay gia tốc lần thứ n ta cũng làm tương tự, ngoài ra ta cũng có thể mở rộng cho các bài toán động năng bằng một giá trị nào đó của thế năng lần thứ n, hay lực phục hồi nhận một độ lớn nào đó lần thứ n, vv...

Ví dụ 14: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ x = A đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm có tốc độ trung bình là

A. $\frac{6A}{T}$. **B.** $\frac{9A}{2T}$. **C.** $\frac{3A}{2T}$. **D.** $\frac{4A}{T}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để làm bài toán này ta cần phân biệt hai công thức tính

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} \qquad (1)$$

$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}} \qquad (2)$$

Bài toán này tìm tốc độ trung bình nên sử dụng công thức (1).

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Trong khoảng thời gian ngắn nhất:

+ Từ vị trí biên $x = A$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm đi được quãng đường

$$S = A + \left|-\frac{A}{2}\right| = 3\frac{A}{2}$$

+ Khoảng thời gian vật dịch chuyển giữa 2 tọa độ trên là

$$t_{A\to-\frac{A}{2}} = t_{A\to0} + t_{0\to-\frac{A}{2}} = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3}$$

Vậy: Tốc độ trung bình $= \dfrac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} = \dfrac{3\frac{A}{2}}{\frac{T}{3}} = \dfrac{9A}{2T} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 15: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Trong khoảng thời gian $\frac{1}{15}$s đầu tiên vật chuyển động theo chiều âm từ vị trí có li độ $x_0 = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí cân bằng. Khi vật qua vị trí có li độ $x = 2\sqrt{3}$ cm thì vật có vận tốc $v = 10\pi$ cm/s. Biên độ dao động của vật là:

A. $2\sqrt{6}$ cm **B.** 4 cm. **C.** 5 cm. **D.** 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì bài toán đã cho x và v, yêu cầu tìm A nên ta nghĩ ngay đến công thức liên hệ $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$. *Tuy nhiên ta phải tìm thêm* ω, *và ở bài toán này ta tìm* ω *thông qua chu kì T.*

+ Hầu hết các bài toán trước đều cho chu kì T, tọa độ x_1 *và* x_2, *cần tìm khoảng thời gian t để vật dịch chuyển giữa hai tọa độ. Còn đây là một bài toán ngược lại, cho khoảng thời gian t để vật dịch chuyển giữa hai tọa độ* x_1 *và* x_2 *thì chắc chắn tính được chu kì T. Thực vậy:*

Như đã biết, thời gian để vật đi từ vị trí $\frac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí cân bằng là $\frac{T}{6}$, vì vậy ta có $\frac{1}{15} = \frac{T}{6} \Rightarrow T = \frac{6}{15} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi.\frac{15}{6} = 5\pi$

Ta có $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = \left(2\sqrt{3}\right)^2 + \frac{(10\pi)^2}{(5\pi)^2} = 16 \Rightarrow A = 4\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 3 GIA CHI 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ A tần số góc ω. Gọi M và N là những điểm có tọa độ lần lượt là $x = \frac{A}{2}$ và $x = -\frac{A}{2}$. Tốc độ trung bình của chất điểm trên đoạn MN bằng

A. $\overline{v} = \frac{2A\omega}{3\pi}$. **B.** $\overline{v} = \frac{3A\omega}{2\pi}$. [✓ **C.**] $\overline{v} = \frac{3A\omega}{\pi}$. **D.** $\overline{v} = \frac{A\omega}{2\pi}$.

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là 31,4 cm/s. Lấy $\pi = 3{,}14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kì dao động là

[✓ **A.**] 20 cm/s. **B.** 10 cm/s. **C.** 0. **D.** 15 cm/s.

Bài toán 3: Một vật dao động điều hoà với chu kì T = 2s. Biết tốc độ trung bình trong một chu kì là 4 cm/s. Giá trị lớn nhất của vận tốc trong quá trình dao động là

A. 6 cm/s. **B.** 5 cm/s. [✓ **C.**] 6,28 cm/s. **D.** 8 cm/s.

$\frac{4A}{T} = 4 \rightarrow A = 2\ cm. \rightarrow V_{max} = 2\pi$

ĐẠNG 3: Dạng bài toán biết tại thời điểm t vật qua li độ x_t theo một chiều nào đó. Tìm li độ dao động tại thời điểm sau hoặc trước thời điểm t một khoảng thời gian Δt.

Phương pháp:

Cách 1: Dùng phép biến đổi toán học thuần túy. Thay $x = x_t$ vào phương trình dao động điều hoà $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, căn cứ thêm vào chiều chuyển động để chọn nghiệm $(\omega t + \varphi)$ duy nhất. Từ đó tính được li độ sau hoặc trước thời điểm t đó Δt giây là: $x_{t\pm\Delta t} = A\cos\left[\omega\left(t \pm \Delta t\right) + \varphi\right] = A\cos\left[\omega t + \varphi \pm \omega.\Delta t\right]$. *Nếu là thời điểm sau thì dùng dấu cộng (+), trước dùng dấu trừ (–).*

Cách 2: Dùng vòng tròn. Đánh dấu vị trí x_t trên trục đi qua tâm Ox. Kẻ đoạn thẳng qua x_t vuông góc Ox cắt đường tròn tại hai điểm. Căn cứ vào chiều chuyển động để chọn vị trí M duy nhất trên vòng tròn. Vẽ bán kính OM. Trong khoảng thời gian Δt, góc ở tâm mà OM quét được là $\alpha = \omega.\Delta t$. *Vẽ OM′ lệch với OM góc α, từ M′ kẻ vuông góc với Ox cắt ở đâu thì đó là li độ cần xác định.*

Ví dụ minh họa: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tại thời điểm t_1, vật có li độ $2,5\sqrt{2}$ cm và đang có xu hướng giảm. Li độ của vật sau thời điểm đó $\frac{7}{48}$s là

A. $2,5$ cm **B.** $-2,5\sqrt{2}$ cm **C.** $-2,5\sqrt{3}$ cm **D.** $-2,5$ cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1:

+ Tại thời điểm t_1 ta có: $x_1 = 5\cos\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = 2,5\sqrt{2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi}{4} \\ \left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = -\frac{\pi}{4} \end{array}\right.$

Do vật đang ở tọa độ dương, tọa độ lại có xu hướng giảm nên vật sẽ đi ngược chiều dương của hệ trục tọa độ, tức là $v < 0$. Mà $v = -20\pi\sin\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right)$ nên trong 2 trường hợp ở trên, chỉ có $\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi}{4}$ là làm cho $v < 0$.

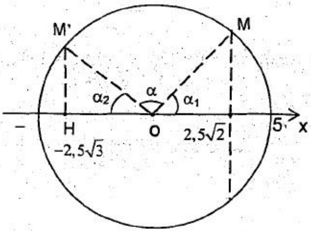
+ Tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{7}{48}$ thì:

$$x_2 = 5\cos\left[4\pi\left(t_1 + \frac{7}{48}\right) - \frac{\pi}{3}\right] = 5\cos\left[4\pi t_1 + \frac{7\pi}{12} - \frac{\pi}{3}\right]$$

hay $x_2 = 5\cos\left[\left(4\pi t_1 - \frac{\pi}{3}\right) + \frac{7\pi}{12}\right] = 5\cos\left[\frac{\pi}{4} + \frac{7\pi}{12}\right] = 5\cos\frac{5\pi}{6} = -2,5\sqrt{3}$ cm

$\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Cách 2: Do vật qua điểm $2,5\sqrt{2}$ cm và tọa độ có xu hướng giảm nên vật sẽ đi ngược chiều dương của hệ trục tọa độ. Bán kính OM ở thời điểm t_1 hợp với trục Ox góc α_1. Theo hình vẽ



$$\cos\alpha_1 = \frac{2,5\sqrt{2}}{5} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\pi}{4}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Sau khoảng thời gian $\frac{7}{48}$s bán kính này sẽ quét thêm được 1 góc ở tâm $\alpha = \omega.\Delta t = 4\pi.\frac{7}{48} = \frac{7\pi}{12}$ thành bán kính OM'.

Dễ dàng thấy rằng $\alpha_2 = \left(\pi - (\alpha + \alpha_1)\right) = \left(\pi - \left(\frac{7\pi}{12} + \frac{\pi}{4}\right)\right) = \frac{\pi}{6}$

Hạ M'H vuông góc Ox. Trong tam giác vuông OM'H có $OH = OM'.\cos\alpha_2 = 5.\cos\frac{\pi}{6} = 2,5\sqrt{3}$. Vì H là hình chiếu của M' nên H là tọa độ của vật, theo chiều dương của hệ trục thì tọa độ của vật là $-2,5\sqrt{3}$ cm

⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Một vật dao động với phương trình $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \varphi\right)$cm. Tại thời điểm t_1, vật đi qua li độ x_1 = 6cm theo chiều âm. 9s sau thời điểm t_1 thì vật sẽ đi qua vị trí có li độ $T = 6s \rightarrow t_2 = t_1 + 9 \rightarrow t_2 = t_1 + \frac{3T}{2}$

A. x_2 = 3cm theo chiều âm. [✓ **B.**] x_2 = –6cm theo chiều dương.

C. x_2 = –3cm theo chiều âm. **D.** x_2 = 6cm theo chiều dương.

DẠNG 4: Dạng bài toán cần tìm quãng đường và số lần vật đi qua li độ x* từ thời điểm t_1 đến t_2

Về tư duy: ***Ta biết rằng, cứ trong một chu kì:***

* Vật đi được quãng đường bằng 4A.

* Vật đi qua li độ x* bất kì 2 lần (không tính đến chiều chuyển động).

Vì vậy ta làm như sau:

Tính số chu kì dao động từ thời điểm t_1 đến t_2: $\frac{t_2 - t_1}{T} = n,m$. Có 2 khả năng:

*** Nếu m = 0 thì:**

- Quãng đường đi được: S = n.4A
- Số lần vật đi qua x*: N = 2n

*** Nếu $m \neq 0$ thì:**

– Quãng đường vật đi được là: $S = n.4A + S_{dư}$

– Số lần vật đi qua x* là: $N = 2n + N_{dư}$

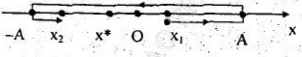
Đến đây, cần phai tính thêm $S_{dư}$ và số lần $N_{dư}$, làm như sau:

+ Thay $t = t_1$ vào phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ và $v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$ để biết chính xác tọa độ x_1 và dấu của vận tốc v_1.

+ Thay $t = t_2$ vào phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ và $v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$ để biết chính xác tọa độ x_2 và dấu của vận tốc v_2.

+ Vẽ hình mô tả trạng thái (x_1, v_1) và (x_1, v_1) rồi dựa vào hình vẽ để tính $S_{dư}$ và số lần $N_{dư}$ vật còn đi qua x* trong phần lẻ của chu kì.

Ví dụ: $\begin{cases} x_1 > x^* > x_2 \\ v_1 > 0, v_2 > 0 \end{cases}$ ta có hình vẽ:



Bám dọc theo quỹ đạo của vật với hình vẽ này, trong phần lẻ của chu kì

+ Số lần vật đi qua x^* được thêm 1 lần nữa

+ Quãng đường vật đi thêm được:

$$S_{dư} = (A - x_1) + 2A + (A - |x_2|) = 4A - x_1 - |x_2|.$$

Ví dụ minh họa: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình $x = 6\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Từ thời điểm $t_1 = \frac{2}{3}$s đến thời điểm $t_2 = \frac{37}{12}$s, hãy tính quãng đường vật đi được và cho biết số lần vật đi qua tọa độ $x^* = -1$cm.

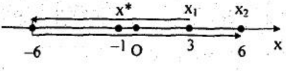
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có $\frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{\frac{37}{12} - \frac{2}{3}}{\frac{2\pi}{4\pi}} = \frac{29}{6} = 4,83$. Như vậy trong khoảng thời gian này, vật thực hiện được hơn *4* chu kì, ta có thể viết: $(t_2 - t_1) = 4.T + t_{dư}$

Suy ra: quãng đường vật đi được $S = 4.4A + S_{dư}$

và số lần vật đi qua x* là $N = 2.4 + N_{dư}$

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = 3 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ và $\begin{cases} x_2 = 6 \text{ cm} \\ v_2 = 0 \end{cases}$



+ Qua hình vẽ ta thấy $S_{dư} = 3 + 6 + 6 + 6 = 21$ cm và $N_{dư} = 2$

Cuối cùng thu được kết quả bài toán: $S = 4.4A + S_{dư} = 4.4.6 + 21 = 117$ cm

Và số lần vật đi qua tọa độ $x^* = -1$cm là $N = 2.4 + N_{dư} = 2.4 + 2 = 10$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ tương tự: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình: $x = 5\cos\left(\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$cm. Quãng đường vật đi được và số lần vật qua vị trí x* = 2cm theo chiều âm từ thời điểm $t_1 = 2$s đến thời điểm $t_2 = \frac{26,5}{3}$s là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

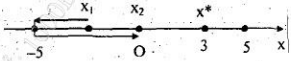
Vì $\frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{\frac{26,5}{3} - 2}{\frac{2\pi}{\pi}} = 3,41$ nên có thể viết $(t_2 - t_1) = 3.T + t_{dư}$

Suy ra: quãng đường vật đi được $S = 3.4A + S_{dư}$

và số lần vật đi qua x* là $N = 3.1 + N_{dư}$ (vì chỉ tính theo chiều âm)

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = -2,5 \text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$

và $\begin{cases} x_2 = 0 \text{ cm} \\ v_2 > 0 \end{cases}$



+ Qua hình vẽ ta thấy $S_{dư} = \left(A - |x_1|\right) + A = 2,5 + 5 = 7,5$ cm và $N_{dư} = 0$

Cuối cùng thu được kết quả bài toán: $S = 3.4A + S_{dư} = 3.4.5 + 7,5 = 67,5$ cm

Và số lần vật đi qua tọa độ x* = 2 cm là $N = 3.1 + N_{dư} = 3.1 + 0 = 3$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Vật dao động theo phương trình x = 1.sin10πt (cm). Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ thời điểm 1,1 s đến 5,1 s là $20T \leftrightarrow 80A$

A. 40 cm. **B.** 20 cm. **C.** 60 cm. [✓ **D.** 80 cm.]

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình: x = 5cos(πt + 2π/3) cm. Quãng đường vật đi được từ thời điểm t_1 = 2 s đến thời điểm t_2 = 29/6 s là $\Delta t = T + 5/6$ s

$\Delta s = 4A + \frac{A}{2} + A =$

A. 25 cm. [✓ **B.** 27,5 cm.] **C.** 35 cm. **D.** 45 cm.

9 ***Bài toán 3:*** Một chất điểm dao động điều hoà có vận tốc bằng không tại hai thời điểm liên tiếp là t_1 =2,2 s và t_2 = 2,9 s. Tính từ thời điểm ban đầu (t = 0) đến thời điểm t_2 chất điểm đã đi qua vị trí cân bằng ???

A. 6 lần. **B.** 5 lần. [✓ **C.** 4 lần.] **D.** 3 lần.

$\to \frac{T}{2} = 2,9 - 2,2 = 0,7 \to T = 1,4$

~~4.0,7~~ + ~~0,2~~ 2,9 ↔ 2.T + 0,1

2,9s ↔ ~~4.0,7~~

1T → qua 2 lần

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chú ý: Trên cơ sở bài toán tìm số lần vật đi qua li độ x^* từ thời điểm t_1 đến t_2 chúng ta có thể giải quyết được các bài toán tìm số lần để dao động đạt một trong các giá trị v, a, W_t, $W_đ$, F,... nào đó trong khoảng thời gian từ thời điểm t_1 đến t_2.

Với dạng bài toán này, ngoài cách giải đã nêu trên, ta có thể sử dụng thêm 1 trong 3 phương pháp sau:

Phương pháp đại số

** Giải phương trình lượng giác để được các nghiệm của t theo k và m*

** Cho $t_1 \le t \le t_2 \Rightarrow$ Thu được phạm vi giá trị của k, m*

** Tổng số giá trị nguyên của k, m chính là số lần vật đi qua vị trí đó.*

Phương pháp đồ thị

+ Dựa vào phương trình dao động, vẽ đồ thị hàm số của đại lượng khảo sát theo thời gian

+ Xác định số giao điểm của đồ thị với đường thẳng $x = x^*$ trong khoảng thời gian $[t_1, t_2]$ đã cho. Tổng số giao điểm sẽ cho biết số lần vật đi qua.

Phương pháp hình học (phương pháp đường tròn)

+ Vẽ đường tròn Fresnen bán kính A

+ Vẽ tọa độ góc φ_0 của vectơ quay ứng với vị trí đầu quá trình trên giản đồ.

+ Vẽ vị trí x^* theo đề bài yêu cầu mà vật phải đi qua $\Rightarrow$ tọa độ góc của vectơ quay ứng với vị trí đề bài cho φ.

+ Tính khoảng thời gian của quá trình $\Delta t = t_2 - t_1$.

+ Viết Δt dưới dạng $\Delta t = nT + \Delta t'$. Trong đó n là số tự nhiên

số lần cần tìm $N = 2.n + N'$

+ Để tính được N', ta làm như sau:

** Từ $\Delta t' \Rightarrow$ Tính được góc ở tâm mà bán kính quỹ đạo quét được trong khoảng thời gian dư $\Delta t'$ là: $\Delta\varphi = \Delta t'.\omega \Rightarrow$ vị trí cuối quá trình $\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi$.*

** Đếm số giao điểm của cung dư với vị trí đề bài cho, số này chính là N'.*

Sau đây là một số ví dụ

Ví dụ 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm). Trong khoảng thời gian 1,2 s đầu tiên vật qua vị trí $2{,}5\sqrt{2}$ cm bao nhiêu lần?

A. 5. **B.** 7. **C.** 4. **D.** 6.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xử lí theo phương pháp đại số

Vật qua tọa độ $2,5\sqrt{2}$ cm vào các thời điểm t thỏa mãn phương trình:

$$5\cos\left(4\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=2,5\sqrt{2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\left(4\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=\frac{\pi}{4}+2k\pi\\ \left(4\pi t-\frac{\pi}{3}\right)=-\frac{\pi}{4}+2m\pi\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l}t=\frac{7}{48}+\frac{k}{2}\\ t=\frac{1}{48}+\frac{m}{2}\end{array}\right.$$

Vì chỉ xét cho 1,2s đầu nên $0\le t\le 1,2 \Rightarrow \left[\begin{array}{l}-0,29\le k\le 2,1\\ -0,04\le m\le 2,35\end{array}\right.$

Mặt khác k, m chỉ nhận các giá trị nguyên nên: $\left[\begin{array}{l}k=0;\ 1;\ 2\\ m=0;\ 1;\ 2\end{array}\right.$

Có tất cả 6 giá trị của k và m nên số lần đi qua là 6 ⇒ *Đáp án D.*

Ví dụ 2: Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình $x=3\sin\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)$ (x tính bằng cm và t tính bằng giây). Trong một giây đầu tiên từ thời điểm t = 0, chất điểm đi qua vị trí có li độ x = +1cm

A. 4 lần. **B.** 5 lần. **C.** 6 lần. **D.** 7 lần.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $3.\sin\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=1 \Rightarrow \sin\left(5\pi t+\frac{\pi}{6}\right)=\frac{1}{3} \Rightarrow \left[\begin{array}{l}5\pi t+\frac{\pi}{6}=0,11\pi+k.2\pi\\ 5\pi t+\frac{\pi}{6}=0,89\pi+m.2\pi\end{array}\right.$

$\Rightarrow \left[\begin{array}{l}t=-0,01+k.0,4\\ t=0,14+m.0,4\end{array}\right.$. Vì $0\le t\le 1 \Rightarrow \left[\begin{array}{l}0,025\le k\le 2,52\\ -0,35\le m\le 2,15\end{array}\right.$ và k, m nguyên nên

$\begin{cases}k=1;2\\ m=0;1;2\end{cases}$ ⇒ có tất cả 5 giá trị của k và m ⇒ số lần đi qua là 5 ⇒ *Đáp án B.*

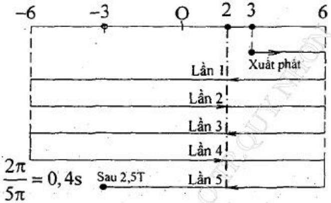
Ví dụ 3: Một vật dao động với phương trình $x=6\cos\left(5\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$cm. Trong giây đầu tiên tính từ thời điểm ban đầu, số lần vật đi qua vị trí có li độ x = 2 cm là

A. 4 lần. **B.** 5 lần. **C.** 6 lần. **D.** 7 lần.

DẪN ĐẦU TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tại thời điểm ban đầu, t = 0 ta có:



$$\begin{cases} x = 6\cos\left(-\dfrac{\pi}{3}\right) = 3 \\ v = -6.5\pi\sin\left(-\dfrac{\pi}{3}\right) > 0 \end{cases}$$

+ Chu kì dao động của vật: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{5\pi} = 0,4\text{s}$

+ Nhận thấy: $\dfrac{t}{T} = \dfrac{1}{0,4} = 2,5$. Điều này có nghĩa là trong 1s đầu tiên có 2,5 lần dao động diễn ra, quá trình chuyển động của vật được biểu diễn như hình vẽ.

Qua hình vẽ, thấy ngay vật qua vị trí $x = 2\text{cm}$ tổng cộng 5 lần ⇒ *Đáp án B.*

Một số bài toán đặc biệt liên quan đến quãng đường:

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hòa với biên độ A = 5 cm. Tại thời điểm ban đầu vật có li độ x = 4 cm và đang chuyển động theo chiều dương. Đến thời điểm $\dfrac{T}{4}$ vật đi được quãng đường là

A. 1 cm. **B.** 2 cm. **C.** 3 cm. **D.** 5 cm.

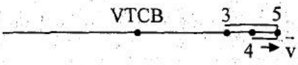
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Phương trình dao động có dạng $x = 5\cos(\omega t + \varphi)$ cm.

+ Tại t = 0 thì $\begin{cases} x = 4\text{ cm} \\ v > 0 \end{cases}$ nên $\begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{4}{5} \\ \sin\varphi < 0 \end{cases}$

+ Đến thời điểm $\dfrac{T}{4}$ vật đến tọa độ $x = 5\cos\left(\omega\dfrac{T}{4} + \varphi\right) = 5\cos\left(\dfrac{\pi}{2} + \varphi\right) = -5\sin\varphi$

$$x = 5\sqrt{1-\cos^2\varphi} = 5\sqrt{1-\left(\dfrac{4}{5}\right)^2} = 3\text{ cm}$$



+ Theo đề ra, vật xuất phát từ x = 4 cm chuyển động theo chiều dương, sau thời gian T/4 chỉ đến được tọa độ x = 3 cm như hình vẽ. Theo hình vẽ này, quãng đường mà vật đi được là $S = (5-4)+(5-3) = 3\ (\text{cm})$ ⇒ *Đáp án C.*

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hòa với biên độ A = 5 cm. Tại thời điểm ban đầu vật có li độ $x = 2,5\sqrt{3}$ cm và đang chuyển động theo chiều dương. Sau một phần ba chu kì, vật đi được quãng đường bao nhiêu? $\frac{20-5\sqrt{3}}{2}$

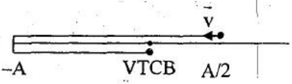
➥ *Qua bài toán trên, một câu hỏi đặt ra cho bạn đọc là: Nếu bài toán không cho phương trình dao động, sau khoảng thời gian t, liệu có tìm được quãng đường S?*

Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tính từ thời điểm ban đầu, sau khoảng thời gian $t = \frac{7T}{12}$ vật đi được quãng đường 10 cm. Biên độ dao động của vật là

A. 2 cm. **B.** 3 cm. **C.** 4 cm. **D.** 5 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tại t = 0 ta có: $\begin{cases} x = A\cos\left(\omega.0 + \frac{\pi}{3}\right) = A\cos\frac{\pi}{3} = \frac{A}{2} \\ v = -A\omega\sin\left(\omega.0 + \frac{\pi}{3}\right) = -A\omega\sin\frac{\pi}{3} < 0 \end{cases}$ Nghĩa là tại thời điểm ban đầu, vật xuất phát từ tọa độ $\frac{A}{2}$ và chuyển động ngược chiều dương



+ Khoảng thời gian $t = \frac{7T}{12}$ có thể viết thành $t = \frac{T}{12} + \frac{6T}{12} = \frac{T}{12} + \frac{T}{2}$

Với $t_1 = \frac{T}{12}$ vật đi từ $\frac{A}{2}$ về đến vị trí cân bằng nên đi được $S_1 = \frac{A}{2}$

Với $t_2 = \frac{T}{2}$ vật đi được $S_2 = 2A$

+ Tổng quãng đường $S = S_1 + S_2 = \frac{A}{2} + 2A = 2,5A$

Theo đề ra S = 10 cm nên $A = \frac{10}{2,5} = 4\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Một vật dao động theo phương trình $x = A\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Tính từ thời điểm ban đầu, sau khoảng thời gian $t = \frac{2T}{3}$ vật đi được quãng đường 15 cm. Tốc độ lớn nhất vật đạt được trong quá trình dao động là $\frac{5A}{2} = 15 \to A = 6$

A. 20π cm/s. **B.** 16π cm/s. [✓ **C.** 24π cm/s.] **D.** 30π cm/s.

➥ ***Câu hỏi mở rộng:*** *Bài toán cho quãng đường S, liệu có tìm được các thông số của dao động?*

Ví dụ 6: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm). Tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động, cần khoảng thời gian bao nhiêu để vật đi được đoạn đường dài 99 cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chúng ta đã biết cách giải bài toán cho khoảng thời gian t tìm quãng đường S, thì đương nhiên sẽ giải được bài toán ngược cho S tìm t này.

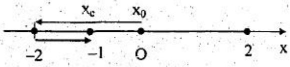
+ Vì $\frac{S}{4.A} = \frac{99}{4.2} = \frac{99}{8} = 12{,}375$ nên có thể viết

$S = 99 = 12.8 + 3 = 12.4A + 3 = 12.4A + S'$ Do đó thời gian: $t = 12.T + t'$

Đến đây, ta chỉ cần đi tìm t' ứng với đoạn đường S' = 3 cm.

+ Tại t = 0 ta có: $$\begin{cases} x = 2\cos\left(2\pi.0 + \frac{\pi}{2}\right) = 2\cos\frac{\pi}{2} = 0 \\ v = -2.2\pi\sin\left(2\pi.0 + \frac{\pi}{2}\right) = -2.2\pi\sin\frac{\pi}{2} < 0 \end{cases}$$

Sau 12 chu kì, vật quay về đúng vị trí cũ, nhưng do đi thêm S' = 3cm nên tọa độ cuối $x_c = -1$cm như hình vẽ, vậy khoảng thời gian t' ứng với S' này là: $t' = \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{5T}{12}$



+ Tổng thời gian cần tìm là: $t = 12.T + t' = 12T + \frac{5T}{12} = \frac{149T}{12} \approx 12{,}42s$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Vật dao động với phương trình: $x = 4\cos\left(8\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm. Thời gian vật đi được quãng đường $S = 2(1+\sqrt{2})(\text{cm})$ kể từ lúc bắt đầu dao động là

A. $\frac{1}{12}(s)$. **B.** $\frac{5}{66}(s)$ **C.** $\frac{1}{45}(s)$ **D.** $\frac{5}{96}(s)$

Bài toán 2: Một vật dao động với phương trình: $x = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$cm. Từ thời điểm $t_1 = 17/24$ (s) đến thời điểm $t_2 = 23/8$ (s) vật nhận vận tốc $v = -6\pi$ cm/s được bao nhiêu lần? *(Đây thuộc dạng bài toán tìm số lần vật nhận x*, v*,...)*

DẠNG 5: Dạng bài toán tìm tốc độ trung bình của vật trên một đoạn đường xác định từ thời điểm t_1 đến t_2

Cách làm: Sử dụng công thức $v_{tb} = \frac{S}{\Delta t}$

Với: S là quãng đường. Để tính S ta dùng phương pháp nêu trên.

Δt là khoảng thời gian và được tính $\Delta t = t_2 - t_1$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình $x = 6\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Hãy tìm tốc độ trung bình và vận tốc trung bình của vật tính từ thời điểm $t_1 = \frac{2}{3}$s đến thời điểm $t_2 = \frac{37}{12}$s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Tốc độ trung bình} = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

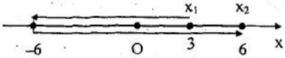
$$\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}$$

+ Khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{37}{12} - \frac{2}{3} = \frac{29}{12}$s

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Thay t_1 và t_2 vào các phương trình x và v ta biết được $\begin{cases} x_1 = 3\text{ cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ và

$\begin{cases} x_2 = 6\text{ cm} \\ v_2 = 0 \end{cases}$



+ Vận tốc trung bình $= \dfrac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}} = \dfrac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \dfrac{6-3}{29/12} = \dfrac{36}{29}$(cm/s)

+ Vì $\dfrac{t_2 - t_1}{T} = \dfrac{\dfrac{37}{12} - \dfrac{2}{3}}{\dfrac{2\pi}{4\pi}} = \dfrac{29}{6} = 4,83$ nên quãng đường vật đi được $S = 4.4A + S_{dư}$

$S = 4.4A + 3 + 6 + 6 + 6 = 4.4.6 + 21 = 117$ cm

$\Rightarrow$ Tốc độ trung bình $= \dfrac{\text{Quãng đường}}{\text{Khoảng thời gian}} = \dfrac{S}{\Delta t} = \dfrac{117}{29/12} = \dfrac{1404}{29}$(cm/s)

Ví dụ 2: Vật nhỏ dao động với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Tính tốc độ trung bình và vận tốc trung bình của vật khi vật di chuyển trên đoạn đường theo một chiều từ vị trí có li độ $x = -\dfrac{A\sqrt{3}}{2}$ đến vị trí có li độ $x = \dfrac{A}{2}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tốc độ trung bình: $v_{tb} = \dfrac{S}{t} = \dfrac{(A\dfrac{\sqrt{3}}{2} + \dfrac{A}{2})}{\dfrac{T}{4}} = \dfrac{2A(\sqrt{3}+1)}{T} = \dfrac{5,464A}{T}$.

Vận tốc trung bình: $\overline{v} = \dfrac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \dfrac{\dfrac{A}{2} - \left(-\dfrac{A\sqrt{3}}{2}\right)}{\dfrac{T}{4}} = \dfrac{2A(\sqrt{3}+1)}{T} = \dfrac{5,464A}{T}$

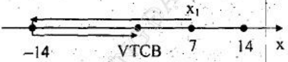
Ví dụ 3: Một vật dao động với phương trình $x = 14\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$(cm). Tính tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian kể từ thời điểm ban đầu đến khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất.

A. 1,2 m/s. **B.** 0,6 m/s. **C.** 0,8 m/s. **D.** 1,5 m/s.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tại thời điểm ban đầu t = 0, ta có: $\begin{cases} x = 14\cos\dfrac{\pi}{3} = 7(\text{cm}) \\ v = -14.4\pi\sin\dfrac{\pi}{3} < 0 \end{cases}$ tức là tại thời điểm ban đầu vật qua tọa độ $x = \dfrac{A}{2} = 7\text{cm}$ và đang đi theo chiều âm. Quá trình di chuyển của vật đến khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất được mô tả như trên hình vẽ.



Quãng đường vật đi được là:

$$S = \frac{A}{2} + 2A = 35\text{cm}.$$

Với dạng bài toán tìm thời gian, dễ dàng tính được thời gian vật dao động:

$$t = \frac{T}{2} + \frac{T}{12} = \frac{7T}{12} = \frac{7}{12}.\frac{2\pi}{\omega} = \frac{7}{12}.\frac{2\pi}{4\pi} = \frac{7}{24}(\text{s}).$$

Vậy tốc độ trung bình của vật là: $v_{TB} = \dfrac{S}{t} = \dfrac{35}{\frac{7}{24}} = 120\ (\text{cm/s}) = 1{,}2\ (\text{m/s}).$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ *A* tần số góc ω. Gọi M và N là những điểm có tọa độ lần lượt là $x = \dfrac{A}{2}$ và $x = -\dfrac{A}{2}$. Tốc độ trung bình của chất điểm trên đoạn MN bằng

A. $\bar{v} = \dfrac{2A\omega}{3\pi}$. **B.** $\bar{v} = \dfrac{3A\omega}{2\pi}$. [✓ **C.**] $\bar{v} = \dfrac{3A\omega}{\pi}$. **D.** $\bar{v} = \dfrac{A\omega}{2\pi}$.

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là 31,4 cm/s. Lấy $\pi = 3{,}14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kì dao động là

[✓ **A.**] 20 cm/s. **B.** 10 cm/s. **C.** 0. **D.** 15 cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 3: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với biên độ 10 cm, chu kì 2 s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng $\dfrac{1}{3}$ lần thế năng là

A. 26,12 cm/s. **B.** 7,32 cm/s. **C.** 14,64 cm/s. **D.** 21,96 cm/s.

DẠNG 6: Bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian $0 < \Delta t < \frac{T}{2}$

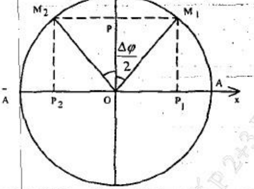
– Về tư duy: Vật có vận tốc lớn nhất khi qua VTCB, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng một khoảng thời gian, quãng đường đi được càng dài khi vật ở càng gần VTCB và càng ngắn khi càng gần vị trí biên.

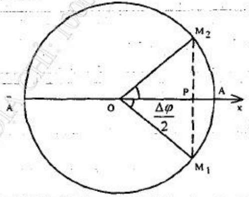
– Về các công thức tính cần nhớ để giải nhanh:

Theo thời gian Δt, tính góc ở tâm mà bán kính quét được: $\boxed{\Delta\varphi = \omega.\Delta t}$

Quãng đường lớn nhất: $\boxed{S_{max} = 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2}}$ (khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục sin thẳng đứng)

Quãng đường nhỏ nhất: $\boxed{S_{min} = 2A\left(1-\cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right)}$ (khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục cos nằm ngang)

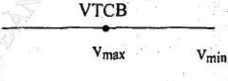


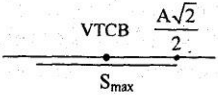


Ví dụ 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 6\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm. So sánh trong những khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ như nhau, quãng đường dài nhất mà vật có thể đi được là bao nhiêu?

A. 6 cm. **B.** $6\sqrt{2}$ cm. **C.** $6\sqrt{3}$ cm. **D.** $3\sqrt{3}$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:





DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ta biết rằng khi vật qua vị trí cân bằng thì vận tốc đạt giá trị lớn nhất, còn ở biên thì vận tốc đạt giá trị nhỏ nhất.

Tính trong cùng một khoảng thời gian, muốn cho quãng đường đi được dài nhất thì vận tốc trên quãng đường đó phải lớn hơn so với các đoạn đường khác. Như vậy đoạn đường dài nhất sẽ nằm xung quanh vị trí cân bằng như hình vẽ.

Do tính đối xứng của đoạn đường này qua vị trí cân bằng nên ta chia đoạn S_{max} thành 2 phần bằng nhau, mỗi phần đó ứng với $\frac{1}{2}$ thời gian của bài toán cho, tức là $\frac{T}{8}$.

Mặt khác, khi xuất phát từ VTCB, sau khoảng thời gian $\frac{T}{8}$, vật sẽ đến tọa độ $x = \frac{A\sqrt{2}}{2}$ tức là đã đi được quãng đường dài $S = \frac{A\sqrt{2}}{2}$

Vậy quãng đường dài nhất đạt được là: $S_{max} = 2S = 2\frac{A\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2} = 6\sqrt{2}$ cm.

$\Rightarrow$ *Đáp án B.*

✍ ***Chú ý 1:*** *Bài toán trên được trình bày theo tinh thần diễn giải, khi đã hiểu, có thể giải nhanh theo công thức đã nêu ở trên, giải như sau:*

$$+\ \Delta\varphi = \omega.\Delta t = \omega.\frac{T}{4} = \frac{\omega T}{4} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$+\ S_{max} = 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2} = 2A\sin\frac{\frac{\pi}{2}}{2} = 2A\sin\frac{\pi}{4} = 2A\frac{\sqrt{2}}{2} = A\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\text{cm}$$

Với phương pháp trên, bạn đọc có thể kiểm tra lại các kết quả và hoàn thành tiếp phần còn trống sau

$$t = \frac{T}{3}\begin{cases} s_{max} = A\sqrt{3} \text{ khi vật đi từ } x = \pm A\frac{\sqrt{3}}{2} \rightleftarrows x = \mp A\frac{\sqrt{3}}{2} \\ s_{min} = A \text{ khi vật đi từ } x = \pm\frac{A}{2} \rightleftarrows x = \pm A \rightleftarrows x = \pm\frac{A}{2} \end{cases}$$

$$t = \frac{T}{4}\begin{cases} s_{max} = A\sqrt{2} & : x = \mp A\frac{\sqrt{2}}{2} \rightleftarrows x = \pm A\frac{\sqrt{2}}{2} \\ s_{min} = A\left(2-\sqrt{2}\right) & : x = \pm A\frac{\sqrt{2}}{2} \rightleftarrows x = \pm A \rightleftarrows x = \pm A\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

$$t=\frac{T}{6}\begin{cases} s_{max}=A & : x=\pm\frac{A}{2} \rightleftarrows x=\mp\frac{A}{2} \\ s_{min}=A\left(2-\sqrt{3}\right) & : x=\pm A\frac{\sqrt{3}}{2} \rightleftarrows x=\pm A \rightleftarrows x=\pm A\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

$$t=\frac{T}{8}\begin{cases} s_{max}= & : x= \qquad \rightleftarrows x= \\ s_{min}= & : x= \qquad \rightleftarrows x=\pm A \rightleftarrows x= \end{cases}$$

$$t=\frac{T}{12}\begin{cases} s_{max}= & : x= \qquad \rightleftarrows x= \\ s_{min}= & : x= \qquad \rightleftarrows x=\pm A \rightleftarrows x= \end{cases}$$

✍ ***Chú ý 2:*** *Khi gặp bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian mà $\Delta t' > \frac{T}{2}$, ta làm như sau:*

– Tách $\Delta t' = n\frac{T}{2}+\Delta t$ trong đó $n \in N^*$; $0<\Delta t<\frac{T}{2}$

– Trong thời gian $n\frac{T}{2}$ quãng đường luôn là 2nA

– Trong thời gian Δt thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất được tính như trên.

✍ ***Chú ý 3:*** *Khi gặp bài toán tìm tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của vật trong khoảng thời gian Δt, ngoài sử dụng các công thức $v_{tbmax}=\frac{S_{max}}{\Delta t}$ và $v_{tbmin}=\frac{S_{min}}{\Delta t}$ ta cần phải tính được S_{max}, S_{min} như đã nêu.*

Ví dụ minh họa: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x=7\cos\left(4\pi t-\frac{\pi}{9}\right)$cm. So sánh trong những khoảng thời gian $\frac{17}{12}$s như nhau, quãng đường dài nhất và ngắn nhất mà vật có thể đi được là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{4\pi}=\frac{1}{2}s \Rightarrow \frac{T}{2}=\frac{1}{4}s$

Dễ dàng thấy rằng $\frac{17}{12}s>\frac{1}{4}s$ tức là $\Delta t' > \frac{T}{2}$ nên có thể tách và viết thành:

$$\frac{17}{12}=5\frac{T}{2}+\frac{T}{3}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2&3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

+ Với $5\frac{T}{2}$, quãng đường là 5.2A= 10A

+ Với $\frac{T}{3}$, theo phương pháp trên, ta có $\begin{cases} s_{max} = A\sqrt{3} \\ s_{min} = A \end{cases}$

Cho cả 2 khoảng thời gian này thì:

$$S_{max} = 10A + A\sqrt{3} = A\left(10+\sqrt{3}\right) = 7\left(10+\sqrt{3}\right) \approx 82cm$$

và $S_{min} = 10A + A = 11A = 11.7 = 77cm$

Ví dụ khác: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với biên độ A, chu kì T. Xét trong cùng khoảng thời gian $\frac{2T}{3}$, tìm tốc độ trung bình nhỏ nhất mà vật đạt được?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta thấy $\frac{2T}{3} > \frac{T}{2}$ và có thể viết $\frac{2T}{3} = \frac{T}{2} + \frac{T}{6}$.

Quãng đường mà vật đi được trong $\frac{T}{2}$ luôn là 2A. Quãng đường nhỏ nhất trong $\frac{2T}{3}$ là do $\frac{T}{6}$ quyết định. Như vậy ta có:

$$S_{min} = 2A + 2A\left(1-\cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right) = 2A + 2A\left(1-\cos\frac{\omega T/6}{2}\right)$$

$$S_{min} = 2A + 2A\left(1-\cos\frac{\pi}{6}\right) = 2A + A\left(2-\sqrt{3}\right) = A\left(4-\sqrt{3}\right)$$

Cuối cùng thu được $v_{tbmin} = \frac{S_{min}}{\Delta t} = \frac{A\left(4-\sqrt{3}\right)}{2T/3} = \frac{3A\left(4-\sqrt{3}\right)}{2T}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật nhỏ dao động điều hòa theo phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. So sánh trong những khoảng thời gian T/3 như nhau, người ta thấy quãng đường dài nhất mà vật có thể đi được là $5\sqrt{6}cm$. Tìm biên độ của dao động?

Bài toán 2: Vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 7\cos(\omega t - \pi/5)cm$

So sánh trong những quãng đường 7 cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất để đi quãng đường đó là 0,25s. Tìm tần số f của dao động?

✍ ***Chú ý 4:*** *Khi làm tốt bài toán xuôi, chúng ta cũng có thể giải bài toán ngược lại, có dạng: Cho quãng đường S < 2A, tìm khoảng thời gian dài nhất và ngắn nhất.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Về tư duy: Vật có vận tốc lớn nhất khi qua vị trí cân bằng, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng quãng đường, khoảng thời gian sẽ dài khi vật đi gần vị trí biên. Khoảng thời gian sẽ ngắn khi vật đi xung quanh gần vị trí cân bằng.

Về cách làm: Vẽ quãng đường bài toán cho ở các vị trí có v_{max}, v_{min}. Từ quãng đường suy ra được vị trí đầu x_1 và vị trí cuối x_2. Sử dụng phương pháp của bài toán đã nêu ở trên ta sẽ tìm được thời gian tương ứng t_{min} và t_{max}.

Về công thức tính nhanh cho trường hợp S <2A:

$$\boxed{S = 2A\sin\frac{\omega.t_{min}}{2}} \text{ và } \boxed{S = 2A\left(1-\cos\frac{\omega.t_{max}}{2}\right)}$$

Chẳng hạn: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 3\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$ cm. So sánh trong cùng quãng đường $S = 3\sqrt{3}$ cm như nhau. Tìm khoảng thời gian dài nhất và ngắn nhất?

Do $S = 3\sqrt{3}\text{ cm} < 3.2 = A.2 = 2A$ vì vậy dùng luôn công thức:

$$+\ S = 2A\sin\frac{\omega.t_{min}}{2} \Rightarrow \sin\frac{\omega.t_{min}}{2} = \frac{S}{2A} = \frac{3\sqrt{3}}{2.3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega.t_{min}}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_{min} = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{3.4\pi} = \frac{1}{6}\text{s}$$

$$+\ S = 2A\left(1-\cos\frac{\omega.t_{max}}{2}\right) \Rightarrow \cos\frac{\omega.t_{max}}{2} = 1-\frac{S}{2A} = 1-\frac{3\sqrt{3}}{2.3} = 1-\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega.t_{min}}{2} = \arccos\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \Rightarrow t_{min} = \frac{2}{4\pi}\arccos\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0,228\text{s}$$

Tất nhiên đối với trường hợp S > 2A thì ta cũng phải tách và làm ngược lại.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 3\cos(5\pi t - \pi/6)$ cm. So sánh trong những quãng đường $3\sqrt{3}$ cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất để đi quãng đường đó bằng bao nhiêu?

Bài toán 2: Một vật dao động điều hòa trên trục Ox. Gọi t_1 và t_2 lần lượt là khoảng thời gian ngắn nhất và dài nhất để vật đi được quãng đường bằng biên độ. Tỉ số t_1/t_2 bằng

A. $\frac{1}{\sqrt{2}}$. **B.** 2. **C.** $\frac{1}{2}$. **D.** $\frac{1}{3}$.

Bài toán 3: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 7\cos(\omega t - \pi/5)$ cm. So sánh trong những quãng đường 7cm như nhau, khoảng thời gian ngắn nhất là 0,25s. Hãy tìm tần số góc?

Bài toán 4: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với A = 5cm. Xét trong cùng quãng đường 12 cm, thấy thời gian ngắn nhất là 0,8s. Hãy tìm số dao động mà vật thực hiện được trong mỗi phút?

Bài toán 5: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa với A = 4 cm. Xét trong cùng khoảng thời gian 3,2 s thấy quãng đường dài nhất mà vật đi được là 18cm. Nếu xét trong cùng khoảng thời gian 2,3 s thì quãng đường ngắn nhất vật đi được là bao nhiêu?

DẠNG 7: Viết phương trình dao động x = Acos(ωt + φ).

Phương pháp: ***Thực chất bài toán này là đi tìm các đại lượng A, ω và φ. Tùy theo dữ kiện bài toán mà có thể tính khác nhau:***

– Với tần số góc ω, có thể tính:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v_{max}}{A} = \sqrt{\frac{a_{max}}{A}} = \left|\frac{a_{max}}{v_{max}}\right|$$

$$\text{Chu kì } T = \frac{\text{khoảng thời gian}}{\text{số dao động}} \quad ; \quad \text{Tần số } f = \frac{\text{số dao động}}{\text{khoảng thời gian (s)}}$$

– Với biên độ A, có thể tính:

$$A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + x^2} = \frac{|v_{max}|}{\omega} = \frac{|a_{max}|}{\omega^2} = \frac{\text{Chiều dài quỹ đạo}}{2}$$

– Với pha ban đầu φ:

Phương pháp tìm chung:

- Dựa vào điều kiện ban đầu t = 0

$$+\begin{cases} x_0 = A.\cos\varphi \\ v_0 = -A.\omega.\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

$$+\begin{cases} a_0 = -A\omega^2\cos\varphi \\ v_0 = -A\omega\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi = \omega\frac{v_0}{a_0} \Rightarrow \varphi$$

- Dựa vào điều kiện tại thời điểm t_1 nào đó:

$$+\begin{cases} x_1 = A\cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -A\omega\sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

$$+ \text{ hoặc } \begin{cases} a_1 = -A\omega^2\cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -A\omega\sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \varphi$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

Ví dụ 1: Vật nặng dao động điều hoà với $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s. Chọn gốc tọa độ trùng với vị trí cân bằng của vật. Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật đi qua li độ $x = +2$ cm với vận tốc $v = +20\sqrt{15}$ cm/s. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm). **B.** $x = 2\sqrt{2}\cos\left(10\sqrt{5}t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm).

C. $x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t - \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm). **D.** $x = 5\sin\left(10\sqrt{5}t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Tần số góc $\omega = 10\sqrt{5}$ rad/s.

+ Sử dụng phương trình $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$, thay số ta được:

$$A^2 = 2^2 + \frac{(20\sqrt{15})^2}{(10\sqrt{5})^2} = 2^2 + 3.2^2 = 4.2^2 = 4^2 \Rightarrow A = 4 \text{ cm}.$$

+ Biểu thức của x và v: $\begin{cases} x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t + \varphi\right) \\ v = -40\sqrt{5}\sin\left(10\sqrt{5}t + \varphi\right) \end{cases}$

Tại t = 0, có: $\begin{cases} x_0 = 4\cos\varphi = 2 \\ v_0 = -40\sqrt{5}\sin\varphi = 20\sqrt{15} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{1}{2} \\ \sin\varphi = -\dfrac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{3}\text{rad}$

$\Rightarrow x = 4\cos\left(10\sqrt{5}t - \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm) $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 2: Phương trình nào dưới đây là phương trình dao động của một chất điểm dao động điều hòa có tần số dao động là 1 Hz? Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật qua li độ $x_0 = 5$ cm theo chiều dương với vận tốc $v_0 = 10\pi$ cm/s.

A. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ (cm). **B.** $x = 5\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ (cm).

C. $x = 5\sqrt{2}\sin\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm). **D.** $x = 5\sin\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

+ Tần số góc $\omega = 2\pi f = 2\pi.1 = 2\pi$ rad/s.

+ Có $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} = 5^2 + \dfrac{(10\pi)^2}{(2\pi)^2} = 5^2 + 5^2 = 2.5^2 \Rightarrow A = 5\sqrt{2}$ cm.

+ Biểu thức tạm thời của x và v là: $\begin{cases} x = 5\sqrt{2}\cos(2\pi t + \varphi) \\ v = -10\pi\sqrt{2}\sin(2\pi t + \varphi) \end{cases}$

Tại t = 0, có: $\begin{cases} x = 5\sqrt{2}\cos\varphi = 5 \\ v = -10\pi\sqrt{2}\sin\varphi = 10\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\varphi = -\dfrac{\sqrt{2}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4}$ rad

$\Rightarrow$ Phương trình: $x = 5\sqrt{2}\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm) $\Leftrightarrow x = 5\sqrt{2}\sin\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm)

$\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 3: Chọn gốc O của hệ trục tại vị trí cân bằng. Vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Khi qua vị trí cân bằng vật có vận tốc $v = 20\pi$ cm/s. Gia tốc cực đại là 2 m/s^2. Gốc thời gian được chọn lúc vật qua điểm M_0 có $x_0 = -10\sqrt{2}$ cm và có xu hướng chuyển động về vị trí cân bằng. Coi $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 20\cos\left(\dfrac{10}{\pi}t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm). **B.** $x = 20\sin\left(\dfrac{10}{\pi}t - \dfrac{3\pi}{4}\right)$ (cm).

C. $x = 20\cos\left(\pi t - \dfrac{3\pi}{4}\right)$ (cm). **D.** $x = 10\sin\left(\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Qua vị trí cân bằng, vận tốc đạt cực đại

$v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega A = 20\pi$ (1)

Qua vị trí biên, gia tốc đạt cực đại

$a_{max} = \omega^2 A \Rightarrow \omega^2 A = 200$ (2)

(1) và (2) cho $\omega = \dfrac{10}{\pi}$ rad/s (= π rad/s) và A = 20 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Tại t = 0, $\begin{cases} x_0 = 20\cos\varphi = -10\sqrt{2} \\ v_0 = -\dfrac{200}{\pi}\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = -\dfrac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{3\pi}{4}$ rad

$\Rightarrow$ phương trình dao động là $x = 20\cos\left(\pi t - \dfrac{3\pi}{4}\right)$ (cm) $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hoà với chu kì T = 2s, lấy $\pi^2 = 10$. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$ vật có gia tốc $a = -0,1\ \text{m/s}^2$, vận tốc $v = -\pi\sqrt{3}$ cm/s. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 2\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ cm

B. $x = 2\cos\left(\pi t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$ cm

C. $x = 2\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$ cm

D. $x = 2\cos\left(\pi t - \dfrac{5\pi}{6}\right)$ cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Có: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{2} = \pi$ rad/s

Tại thời điểm ban đầu (t = 0), có: $\begin{cases} v = -A\omega\sin\varphi = -\pi\sqrt{3}\ \text{cm/s} \\ a = -A\omega^2\cos\varphi = -10\ \text{cm/s}^2 \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} A\sin\varphi = \dfrac{\pi\sqrt{3}}{\omega} = \sqrt{3} \\ A\cos\varphi = \dfrac{10}{\omega^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi = \sqrt{3} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = \dfrac{\pi}{3} \\ \varphi = -\dfrac{2\pi}{3} \end{array}\right.$$

do A > 0 nên $\sin\varphi > 0 \Rightarrow$ Chỉ lấy $\varphi = \dfrac{\pi}{3}$. Với giá trị này ta được $A = 2\text{cm}$.

Cuối cùng, phương trình dao động của vật là: $x = 2\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 5: Dao động điều hoà có phương trình dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Lúc t = 0 vật cách vị trí cân bằng $\sqrt{2}$ cm có gia tốc $-100\sqrt{2}\pi^2$ cm/s² và vận tốc là $-10\sqrt{2}\pi$ cm/s. Viết phương trình dao động của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ dữ kiện đề bài, ta có các phương trình sau:

$|x_0| = \sqrt{2}$ cm (vì chưa biết vật nằm bên nào, âm hay dương) (1)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

$$-\omega^2 x_0 = -100\sqrt{2}\pi^2 \ \text{cm/s}^2 \qquad (2)$$

$$v_0 = -10\sqrt{2}\pi \quad \text{cm/s} \qquad (3)$$

Từ (1) và (2) ta có: $\omega = 10\pi$ rad/s. Do $a_0 < 0 \Rightarrow x_0 > 0 \Rightarrow x_0 = \sqrt{2}$

Tại $t = 0$ có: $\begin{cases} A\cos\varphi = \sqrt{2} \\ -\omega A\sin\varphi = -10\sqrt{2}\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 2 \text{ cm} \\ \varphi = \dfrac{\pi}{4} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động là $x = 2\cos\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ cm

Ví dụ 6: Vật dao động điều hoà có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Biết tại thời điểm ban đầu vật cách vị trí cân bằng $\sqrt{2}$ cm về phía âm của trục dao động, đang có động năng bằng thế năng và đang tiến về vị trí cân bằng với tốc độ $5\sqrt{2}\pi$ cm/s. Hãy viết phương trình dao động của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Lúc $t = 0$, vật ở phía âm ($x_0 < 0$) đang tiến về VTCB nên $v_0 > 0$, vậy ta có:

$$\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi < 0 \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi < 0 \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \qquad (1)$$

Ngoài ra, khi $t = 0$ có $E_t = E_đ \Leftrightarrow \sin^2\varphi = \cos^2\varphi \Rightarrow \sin\varphi = \pm\cos\varphi$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \tan\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \dfrac{-3\pi}{4}$

Do đó: $-\sqrt{2} = A\cos\left(\dfrac{-3\pi}{4}\right) \Rightarrow A = 2$ cm

Vận tốc ban đầu: $5\sqrt{2}\pi = -\omega A\sin\left(\dfrac{-3\pi}{4}\right) = -\sqrt{2}\omega \Rightarrow \omega = 5\pi$ rad/s

Vậy phương trình dao động: $x = 2\cos\left(5\pi t - \dfrac{3\pi}{4}\right)$ cm

Bài tập vận dụng: Một vật dao động điều hoà với chu kì T = 1 s. Lúc t = 2,5 s vật đi qua li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm với vận tốc $v = -10\pi\sqrt{2}$ cm/s. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 10\cos(2\pi t - \dfrac{\pi}{4})$ cm.

B. $x = 10\sin(2\pi t + \dfrac{3\pi}{4})$ cm.

C. $x = 10\sin(2\pi t + \dfrac{\pi}{3})$ cm.

D. $x = 10\cos(2\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

DẠNG 8: Liên quan đến đồ thị dao động, gồm 2 loại:

1. Cho đồ thị, tìm phương trình: Thực chất là đi tìm biên độ, tần số và pha ban đầu. Khi làm dạng bài toán này, ta lưu ý một số điểm sau:

+ Đồ thị của li độ (x), vận tốc (v) và gia tốc (a) biến thiên điều hòa theo hàm sin và cos với chu kì T. còn đồ thị của động năng và thế năng biến thiên tuần hoàn theo hàm sin và cos với chu kì $\frac{T}{2}$.

+ Tìm biên độ dao động dựa vào giới hạn trên trục tung

+ Tìm chu kì dao động dựa vào sự lặp lại trên trục thời gian, hoặc dựa vào khoảng thời gian để vật nhận giá trị nào đó.

+ Tìm pha ban đầu φ phải dựa vào gốc thời gian.

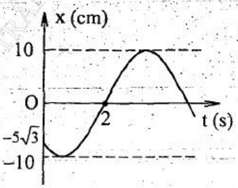
Ví dụ 1: Một vật dao động điều hoà có đồ thị của li độ x theo thời gian như hình vẽ. Phương trình nào sau đây là phương trình dao động của vật?

A. $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)$cm.

B. $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{5\pi}{6}\right)$cm.

C. $x = 10\sin\left(\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$cm.

D. $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right)$cm.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Từ đồ thị, nhận thấy:

+ Theo trục tung, li độ của vật biến thiên từ −10 cm đến 10 cm ⇒ **A** = 10cm.

+ Lúc t = 0 vật có li độ $x = -5\sqrt{3}$ và ngay sau đó nó nhận giá trị −10, nghĩa là vật chuyển động theo chiều âm của hệ trục tọa độ ⇒ v < 0, vậy khi t = 0, ta có:

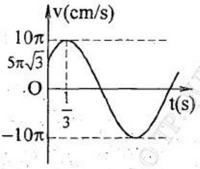
$$\begin{cases} x = A\cos\varphi = 10\cos\varphi = -5\sqrt{3}(\text{cm}) \\ v = -A\omega\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{6}$$

+ Lúc t = 0, vật có li độ $x = -5\sqrt{3}$ cm đi theo chiều âm, sau 2s vật đi qua VTCB theo chiều dương. Như vậy ta có: $2 = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{T}{3} \Rightarrow T = 6s \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{3}$ (rad/s).

Vậy phương trình dao động của vật $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{5\pi}{6}\right)$cm ⇒ *Đáp án B.*

ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hoà có đồ thị của vận tốc theo thời gian như hình vẽ. Phương trình nào sau đây sẽ có mối quan hệ chính xác với đồ thị vận tốc?



A. $x = 20\cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right)$cm.

B. $x = 10\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm.

C. $v = -10\pi\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{2\pi}{3}\right)$cm/s.

D. $a = -5\pi^2\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm/s^2.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Từ đồ thị, nhận thấy:

+ Biên độ của vận tốc $A\omega = 10\pi$ cm/s.

+ Lúc $t = 0$ vật có vận tốc $v = 5\pi\sqrt{3}$ cm/s ($v > 0$) và đang tăng dần, chứng tỏ vật phải nằm ở phía âm của hệ trục và chuyển động về vị trí cân bằng. Điều này nghĩa là khi $t = 0$, ta có: $\begin{cases} x = A\cos\varphi < 0 \\ v = -A\omega\sin\varphi = 5\pi\sqrt{3} > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi < 0 \\ \sin\varphi = -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{3}$

+ Lúc lúc $t = 0$, vật đang đi qua vị trí có $v = 5\pi\sqrt{3}$ cm/s $\left(x = -\frac{A}{2}\right)$ theo chiều dương. Sau $\frac{1}{3}$ s, vật có vận tốc cực đại (VTCB, $x = 0$), vậy ta có $\frac{1}{3} = \frac{T}{12} \Rightarrow T = 4$s

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$ (rad/s).

+ Từ biểu thức: $A\omega = 10\pi \Rightarrow A = \frac{10\pi}{\omega} = \frac{10\pi}{\pi/2} = 20$ (cm).

Vậy phương trình dao động của vật: $x = 20\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm. Từ đó suy ra phương trình $v = -10\pi\sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm/s và $a = -5\pi^2\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm/s^2.

Trong 4 phương án đề nêu, D là đáp án đúng.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

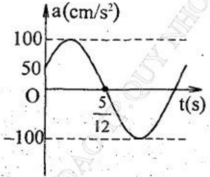
Ví dụ 3: Gia tốc theo thời gian của một vật dao động điều hoà có đồ thị như hình vẽ. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 2,5\cos\left(2\pi t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$cm.

B. $x = 2,5\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$cm.

C. $x = 2,5\cos\left(2\pi t + \dfrac{2\pi}{3}\right)$cm.

D. $x = 2\cos\left(\pi t - \dfrac{5\pi}{6}\right)$cm.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, từ đồ thị, nhận thấy:

+ Biên độ của gia tốc: $A\omega^2 = 100$.

+ Lúc t = 0 vật có gia tốc a = 50 cm/s^2 và đang tăng, chứng tỏ tại thời điểm ban đầu vật có li độ âm và đang chuyển động về phía biên âm (vì $a = -\omega^2 x$), vậy khi t = 0, ta có: $\begin{cases} a = -A\omega^2\cos\varphi = 50 \\ v = -A\omega\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -100\cos\varphi = 50 \\ -A\omega\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \dfrac{2\pi}{3}$.

+ Lúc t = 0, vật đang đi qua vị trí có a = 50 cm/s^2 $\left(x = -\dfrac{A}{2}\right)$, sau $\dfrac{5}{12}$s vật qua vị trí có gia tốc $a = 0$ (VTCB) và theo chiều ngược lại nên: $\dfrac{5}{12} = \dfrac{T}{6} + \dfrac{T}{4} = \dfrac{5T}{12}$

$\Rightarrow T = 1\text{s} \Rightarrow \omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{1} = 2\pi$ (rad/s).

+ Từ $A\omega^2 = 100 \Rightarrow A = \dfrac{100}{\omega^2} = \dfrac{100}{(2\pi)^2} = 2,5$ (cm).

Vậy phương trình dao động của vật $x = 2,5\cos\left(2\pi t + \dfrac{2\pi}{3}\right)$cm $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

2. Cho phương trình, vẽ đồ thị: *Là bài toán ngược với bài toán trên, nhưng dễ hơn nhiều, đồ thị của chúng là đồ thị hàm sin hoặc hàm cosin tương tự như trong toán học mà chúng ta đã biết và hoàn toàn có thể giải quyết được. Vì vậy các bài toán này sẽ không đề cập ở đây và chúng ta dành sự quan tâm cho các vấn đề khác.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của vận tốc theo li độ trong dao động điều hòa có hình dạng nào sau đây?

A. Đường parabol. **B.** Đường tròn.

C. Đường elip. **D.** Đường hypecbol.

Câu 2: Một vật dao động điều hoà với phương trình dao động x = Asin (ωt + φ). Xác định tần số góc ω và biên độ A của dao động. Cho biết trong khoảng thời gian $\frac{1}{60}$(s) đầu tiên, vật đi từ vị trí cân bằng $x_0 = 0$ đến vị trí $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương và tại điểm cách vị trí cân bằng 2 cm vật có vận tốc $40\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

[✓ **A.**] $\omega = 20\pi$ (rad/s); A = 4 cm. **B.** ω = 20 (rad/s); A = 4 cm. $\omega = 20\pi$.

C. $\omega = 20\pi$ (rad/s); A = 16 cm. **D.** $\omega = 2\pi$ (rad/s); A = 4 cm. $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

Câu 3: Phương trình động lực học của một vật dao động điều hoà là $x'' + bx = 0$. Chu kì dao động của nó sẽ là

$b = \omega^2 \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{b}}$

[✓ **A.**] $\frac{2\pi}{\sqrt{b}}$. **B.** $\sqrt{\frac{2\pi}{b}}$. **C.** $\frac{b}{2\pi}$. **D.** $\frac{2\pi}{b}$.

Câu 4: Có hai vật dao động điều hoà trên hai đoạn thẳng song song gần nhau với cùng biên độ A, tần số 3Hz và 6Hz. Lúc đầu hai vật đồng thời xuất phát từ vị trí có li độ A/2. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng một li độ là

A. $\frac{1}{18}$s. **B.** $\frac{1}{26}$s. **C.** $\frac{1}{27}$s. **D.** 0,25s.

(Lời giải tổng quát cho loại bài toán như câu 4 ở trên, có thể xem trong cuốn Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh)

Câu 5: Cơ năng của một vật dao động điều hòa

A. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng một nửa chu kì dao động của vật.

B. tăng gấp đôi khi biên độ dao động của vật tăng gấp đôi.

C. bằng động năng của vật khi vật tới vị trí cân bằng.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng chu kì dao động của vật.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Câu 6: Một chất điểm M chuyển động đều với tốc độ 0,60m/s trên một đường tròn có đường kính 0,40m. Hình chiếu P của điểm M lên một đường kính của đường tròn dao động điều hoà với biên độ, tần số góc và chu kì lần lượt là:

A. 0,40m; 3,0 rad/s; 2,1s. **B.** 0,20m; 3,0 rad/s; 2,48s.

C. 0,20m; 3,0 rad/s; 2,1s. **D.** 0,20m; 1,5 rad/s; 4,2s.

Chủ đề 2: CON LẮC LÒ XO

A. LÍ THUYẾT VÀ CÁC DẠNG TOÁN THƯỜNG GẶP

1. Dạng bài tính tần số góc, chu kì, tần số khi biết độ cứng k, khối lượng m

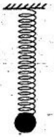
$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}}\ ;\ T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ ;\ f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Chu kì T tỉ lệ thuận với $\sqrt{m}$, tỉ lệ nghịch với $\sqrt{k}$

2. Dạng bài thay đổi khối lượng vật nặng

– Trong cùng khoảng thời gian t, hai con lắc thực hiện N_1 và N_2 dao động:

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow \frac{k}{m} = \omega^2 = (2\pi f)^2 = \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$



– Thêm bớt khối lượng Δm: $\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1} = \frac{m_1 \pm \Delta m}{m_1}$

– Ghép hai vật: $m_3 = m_1 \pm m_2 \rightarrow T_3^2 = T_1^2 \pm T_2^2$

3. Dạng bài yêu cầu viết phương trình dao động x = Acos(ωt + φ)?

Thực chất của bài toán này là đi tìm A, ω và φ.

– Tần số góc ω: Tùy theo dữ kiện bài toán mà có thể tính khác nhau:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_o}} = \frac{v_{max}}{A} = \sqrt{\frac{a_{max}}{A}} = \left|\frac{a_{max}}{v_{max}}\right|$$

– Biên độ A:

$$A = \sqrt{\left(\frac{v}{\omega}\right)^2 + x^2} = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \frac{|v_{max}|}{\omega} = \frac{|a_{max}|}{\omega^2} = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{\text{Chiều dài quỹ đạo}}{2}$$

– Pha ban đầu φ: Dựa vào điều kiện ban đầu, $t = 0\ \begin{cases} x_0 = A.\cos\varphi \\ v_0 = -A.\omega.\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \varphi$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Chú ý: + Nếu gặp bài toán cho các giá trị x, v tại thời điểm t bất kì. Một trong những cách giải đơn giản là chỉ cần thay tất cả các giá trị t, x, v vào hệ $\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$, hệ này có ẩn duy nhất là φ, từ đó sẽ thu được giá trị của φ.

+ Trước khi tính φ cần xác định rõ φ thuộc góc phần tư thứ mấy của vòng tròn lượng giác (thường lấy $-\pi < \varphi \leq \pi$).

4. Dạng bài tính chiều dài của lò xo trong quá trình vật dao động

Chiều dài tự nhiên của lò xo là l_0

◆ Khi con lắc lò xo nằm ngang:

+ Lúc vật ở VTCB, lò xo không bị biến dạng, $\Delta\ell_0 = 0$

+ Chiều dài cực đại của lò xo: $\ell_{max} = \ell_0 + A$

+ Chiều dài cực tiểu của lò xo: $\ell_{min} = \ell_0 - A$

◆ Khi con lắc lò xo bố trí thẳng đứng hoặc nằm nghiêng một góc α, vật treo ở dưới.

+ Độ biến dạng $\Delta\ell_0$ của lò xo khi vật ở VTCB: $\Delta\ell_0 = \dfrac{mg.\sin\alpha}{k}$.

Nếu đặt thẳng đứng thì $\alpha = 90^0$, $\sin\alpha = 1$ ***nên*** $\Delta\ell_0 = \dfrac{mg}{k} = \dfrac{g}{\omega^2}$

+ Chiều dài lò xo khi vật ở VTCB: $\ell_{cb} = \ell_0 + \Delta\ell_0$

+ Chiều dài ở li độ x: $\ell = \ell_0 + \Delta\ell_0 + x$

+ Chiều dài cực đại của lò xo: $\ell_{max} = \ell_0 + \Delta\ell_0 + A$

+ Chiều dài cực tiểu của lò xo: $\ell_{max} = \ell_0 + \Delta\ell_0 - A$

5. Dạng bài tính lực hồi phục

– Đặc điểm: luôn hướng về vị trí cân bằng.

– Biểu thức tính: F = – kx, trong đó x là li độ.

6. Dạng bài liên quan đến lực đàn hồi. Lực đàn hồi kéo – đẩy cực đại, cực tiểu

+ Lực đàn hồi là lực đưa vật về vị trí sao cho lò xo có chiều dài tự nhiên l_0.

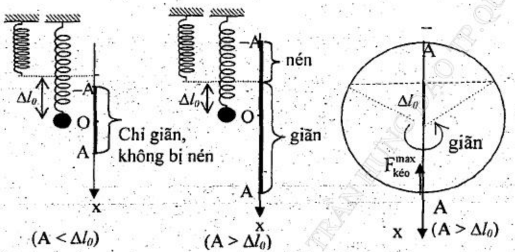
+ Biểu thức vectơ: $\vec{F} = -k(\Delta\vec{l_0} + \vec{x})$, trong đó $\Delta\vec{l_0}$ là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng.

– Nếu con lắc lò xo bố trí nằm ngang, $\Delta l_0 = 0$:

* Tại vị trí cân bằng $x = 0$, $F_{đhmin} = 0$

* Tại vị trí biên $x_{max} = A$, $F_{đhmax} = kA$

– Nếu con lắc lò xo bố trí thẳng đứng: $\boxed{\Delta\ell_0 = \dfrac{mg}{k} = \dfrac{g}{\omega^2}}$



(A < Δl_0) (A > Δl_0) (A > Δl_0)

Độ lớn lực đàn hồi cực đại:

Khi vật xuống thấp nhất $F_{kéo\,max} = k\,|\Delta l_0 + A|$

Độ lớn lực đàn hồi cực tiểu còn phụ thuộc vào độ lớn của A so với Δl_0:

Nếu $A < \Delta l_0$: Trong quá trình vật dao động, lò xo luôn dãn, $F_{kéo\,min} = k\,|\Delta l_0 - A|$

Nếu $A > \Delta l_0$: Trong quá trình vật dao động, lò xo ngoài dãn còn nén.

Lúc vật qua vị trí lò xo có chiều dài tự nhiên, $F_{đhmin} = 0$.

Khi vật lên cao nhất, lò xo nén cực đại $F_{đẩy\,max} = k\,|A - \Delta l_0|$

và vì $F_{đẩy\,max} = k\,|A - \Delta l_0| < F_{kéo\,max} = k\,|\Delta l_0 + A|$ nên khi nói lực đàn hồi cực đại chính là nói đến lực kéo cực đại.

7. Dạng bài liên quan đến tính thời gian lò xo nén hay giãn trong một chu kì khi vật treo ở dưới và $A > \Delta l_0$

Phương pháp: Chuyển về bài toán quen thuộc là tìm thời gian vật đi từ li độ x_1 đến x_2. Tuy nhiên, có thể tìm nhanh hơn như sau:

– Khoảng thời gian lò xo nén: $\boxed{\Delta t = 2\dfrac{\alpha}{\omega}}$, trong đó $\boxed{\cos\alpha = \dfrac{\Delta\ell_0}{A}}$

– Khoảng thời gian lò xo giãn là $T - \Delta t$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

8. Dạng bài liên quan đến năng lượng dao động. Tính động năng, thế năng

Động năng vật nặng: $E_đ = \frac{1}{2}mv^2$

$$E_đ = \frac{m\omega^2A^2}{2}\cos^2(\omega t+\varphi) = E\left(1-\sin^2(\omega t+\varphi)\right) = \frac{E}{2}+\frac{E}{2}\cos(2\omega t+2\varphi)$$

Thế năng lò xo: $E_t = \frac{1}{2}kx^2$ với $k = m\omega^2$

$$E_t = \frac{m\omega^2A^2}{2}\sin^2(\omega t+\varphi) = E\left(1-\cos^2(\omega t+\varphi)\right) = \frac{E}{2}-\frac{E}{2}\cos(2\omega t+2\varphi)$$

Năng lượng: $E = E_đ + E_t = E_{đmax} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = E_{tmax} = \frac{1}{2}kA^2 = \text{const}$

Tuy cơ năng không đổi nhưng động năng và thế năng đều biến thiên với:

$$\omega' = 2\omega,\ f' = 2f \text{ và } T' = \frac{T}{2}.$$

Động năng và thế năng biến đổi qua lại cho nhau, khi động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng ta được $(n+1)E_t = \frac{1}{2}kA^2$

$$\Rightarrow (n+1)\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \boxed{x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}} \text{ và } \boxed{v = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}.v_{max}}$$

Ví dụ: Với $n = 3 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{2}$; Với $n = \frac{1}{3} \Rightarrow x = \pm\frac{A\sqrt{3}}{2}$

Đặc biệt, trong một chu kì có bốn lần $E_đ = E_t$, khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để $E_đ = E_t$ là $\Delta t = \frac{T}{4}$. Khi $E_đ = E_t$ thì $x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$.

Chú ý: Ta có $E_đ = E - E_t = \frac{1}{2}k\left(A^2 - x^2\right)$, biểu thức này sẽ giúp tính nhanh động năng của vật khi vật đi qua li độ x.

9. Dạng bài liên quan đến chu kì của vật khi cắt – ghép lò xo

– Ghép lò xo. Chu kì của vật tính theo $k_{hệ}$ qua biểu thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{hệ}}}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Nếu các lò xo mắc nối tiếp: $\dfrac{1}{k_{nt}} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2} + ... + \dfrac{1}{k_n}$

◆ Công thức tính nhanh $\boxed{T_{nt}^2 = T_1^2 + T_2^2 + ... + T_n^2}$

($T_1, T_2, \dots T_n$ là chu kì khi ghép vật m với từng lò xo $k_1, k_2, \dots k_n$).

Nếu các lò xo mắc song song: $k_{//} = k_1 + k_2 + ... + k_n$

◆ Công thức tính nhanh $\boxed{\dfrac{1}{T_{//}^2} = \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2} + ... + \dfrac{1}{T_n^2}}$

– Cắt lò xo: Nếu các lò xo có độ cứng $k_1, k_2, \dots, k_n$ có chiều dài tự nhiên $l_1, l_2, \dots, l_n$ bản chất giống nhau (hoặc được cắt từ cùng một lò xo ban đầu k_o, l_o) thì:

$$k_1 l_1 = k_2 l_2 = \dots = k_o l_o$$

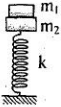
Vậy nếu biết k_o của một lò xo có chiều dài ban đầu l_o thì ta có thể tìm k' của một đoạn lò xo có chiều dài l' được cắt từ lò xo đó theo biểu thức $\boxed{k' = k.\dfrac{l_0}{l'}}$ $(k' > k)$

10. Một số dạng bài nâng cao

+ ***Kích thích dao động bằng va chạm:*** Bắn một vật m_0 với vận tốc v_0 vào vật M gắn với lò xo: – Va chạm đàn hồi: $v_M = \dfrac{2m_0v_0}{m_0 + M}$; $v_{m_0} = v_0\dfrac{m_0 - M}{m_0 + M}$

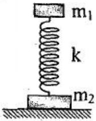
– Va chạm mềm: $v' = \dfrac{m_0v_0}{m_0 + M}$

+ ***Điều kiện của biên độ dao động***



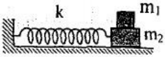
◆ Vật m_1 được đặt trên vật m_2 dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Để m_1 luôn nằm yên trên m_2 trong quá trình dao động thì

$$A \le \frac{g}{\omega^2} = \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$$



◆ Vật m_1 và m_2 được gắn vào hai đầu lò xo đặt thẳng đứng, m_1 dao động điều hoà. Để m_2 luôn nằm yên trên mặt sàn trong quá trình m_1 dao động thì $A \le \dfrac{(m_1 + m_2)g}{k}$

◆ Vật m_1 đặt trên vật m_2 dao động điều hoà theo phương ngang. Hệ số ma sát giữa m_1 và m_2 là μ, bỏ qua ma sát giữa m_2 và mặt sàn. Để m_1 không trượt trên m_2 trong quá trình dao động thì $A \le \mu\dfrac{g}{\omega^2} = \mu\dfrac{(m_1 + m_2)g}{k}$



DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

B. HỆ THỐNG VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Một lò xo k, khi gắn với vật m_1 thì vật dao động với chu kì $T_1 = 0{,}6$ s và khi gắn với vật m_2 thì chu kì là $T_2 = 0{,}8$ s. Nếu móc hai vật đồng thời vào lò xo thì chu kì dao động của chúng là

A. 0,2 s. **B.** 0,7 s. **C.** 1,0 s. **D.** 1,4 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chu kì dao động của con lắc lò xo phụ thuộc vào khối lượng vật nặng theo biểu thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$*, do đó khi m thay đổi thì T cũng thay đổi theo. Để làm bài toán này, chỉ cần viết công thức tính chu kì cho từng trường hợp của khối lượng, biến đổi ta sẽ thu mối quan hệ giữa các chu kì với nhau.*

Áp dụng công thức tính chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ cho 3 trường hợp:

Với m_1, có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \Rightarrow \frac{m_1}{k} = \frac{T_1^2}{4\pi^2}$

Với m_2: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \Rightarrow \frac{m_2}{k} = \frac{T_2^2}{4\pi^2}$

Với $m_3 = m_1 + m_2$: $T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{m_3}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k} + \frac{m_2}{k}} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$

Thay số ta được: $T_3 = \sqrt{0{,}6^2 + 0{,}8^2} = 1\,\text{s} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

➥ *Qua bài toán trên, một câu hỏi đặt ra cho bạn đọc là: Nếu có một bài toán ngược, cho T_1, T_3. Liệu có tìm được T_2 không?*

✍ ***Chú ý:*** Nên nhớ mối liên hệ $T_{3\pm}^2 = \left|T_1^2 \pm T_2^2\right|$ để giải nhanh bài toán trắc nghiệm.

Bài tập vận dụng: Một con lắc lò xo bố trí theo phương thẳng đứng, vật nặng m dao động với chu kì 4s. Nếu cho thêm một gia trọng Δm thì chúng dao động với chu kì 5s. Hỏi nếu lò xo chỉ móc với gia trọng Δm thì nó dao động với chu kì bao nhiêu?

Ví dụ 2: Một lò xo có khối lượng không đáng kể, bố trí thẳng đứng, đầu trên cố định. Khi gắn vật có khối lượng $m_1 = 400$g vào thì vật dao động với chu kì $T_1 = 1$s. Khi thay vật có khối lượng m_2 vào lò xo trên, chu kì dao động của vật là $T_2 = 0{,}5$s. Khối lượng m_2 là

A. 50g. **B.** 100g. **C.** 200g. **D.** 800g.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức tính chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, viết cho 2 trường hợp, ta có:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \frac{1}{0,5} = 2 \Rightarrow m_2 = \frac{1}{4}m_1 = 100\text{g} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

➥ *Dùng con lắc lò xo có cho ta một cách xác định khối lượng của vật được không? Các nhà du hành vũ trụ "cân sức khỏe" bằng cách nào?*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mắc một vật khối lượng m_0 đã biết vào một lò xo rồi kích thích cho hệ dao động ta đo được chu kì dao động là T_0. Nếu bỏ vật nặng m_0 ra khỏi lò xo, thay vào đó là vật nặng có khối lượng m chưa biết thì ta được con lắc mới có chu kì dao động là T. Khối lượng m tính theo m_0 là

A. $m = \sqrt{\frac{T}{T_0}}m_0$. **B.** $m = \frac{T_0}{T}m_0$. **C.** $m = \left(\frac{T}{T_0}\right)^2 m_0$. **D.** $m = \frac{T}{T_0}m_0$.

Bài toán 2: Gắn lần lượt hai quả cầu vào một lò xo và cho chúng dao động. Trong cùng một khoảng thời gian, quả cầu m_1 thực hiện được 28 dao động, quả cầu m_2 thực hiện được 14 dao động. Kết luận nào đúng?

A. $m_2 = 2\ m_1$. **B.** $m_2 = 4\ m_1$. **C.** $m_2 = 0,25\ m_1$. **D.** $m_2 = 0,5\ m_1$.

Bài toán 3: Một con lắc lò xo, quả nặng có khối lượng 200 g dao động điều hòa với chu kì 0,8 s. Để chu kì của con lắc là 1s thì cần

A. gắn thêm một quả nặng 112,5 g.

B. gắn thêm một quả nặng có khối lượng 50 g.

C. thay bằng một quả nặng có khối lượng 160 g.

D. thay bằng một quả nặng có khối lượng 128 g.

Bài toán 4: Trong dao động điều hòa của một con lắc lò xo, nếu giảm khối lượng của vật nặng 20% thì số lần dao động của con lắc trong một đơn vị thời gian sẽ tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Bài toán 5: Khi gắn một vật vào một lò xo có khối lượng không đáng kể thì nó dao động với chu kì 2s. Nếu giảm khối lượng của vật đi một lượng là Δm thì chu kì dao động của nó là T, nếu tăng khối lượng thêm một lượng là Δm thì chu kì dao động của nó là 2T. Nếu tăng khối lượng của nó thêm $2\Delta m$ thì chu kì dao động của nó bằng bao nhiêu?

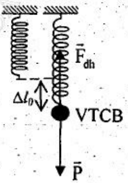
DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo bố trí theo phương thẳng đứng. Đầu trên cố định, đầu dưới móc vật nặng, gọi $\Delta\ell_0$ là độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng. Biểu thức nào sau đây **không** đúng?

A. $\Delta\ell_0 = \dfrac{mg}{k}$. **B.** $\omega^2 = \dfrac{g}{\Delta\ell_0}$. **C.** $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{\Delta\ell_0}}$. **D.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{g}{\Delta\ell_0}}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán liên quan đến độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng với mức độ đơn giản, song, những mối liên hệ giữa chúng sẽ là cơ sở để làm tốt các bài toán phức tạp về sau.



+ Các lực tác dụng lên vật gồm:

Trọng lực P hướng xuống dưới.

Lực đàn hồi F_{dh} hướng lên trên.

+ Tại vị trí cân bằng có $F_{dh} = P \Rightarrow k\Delta\ell_0 = mg$

+ Từ biểu thức trên, ta có thể viết lại theo cách khác:

$$\Delta\ell_0 = \frac{mg}{k} \text{ hoặc } \frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta\ell_0} \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{g}{\Delta\ell_0} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta\ell_0}}$$

mà $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{\Delta\ell_0}}$ và $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\Delta\ell_0}{g}} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 4: Lò xo có độ cứng k = 1 N/cm. Lần lượt treo vào hai vật có khối lượng gấp ba lần nhau thì khi cân bằng, lò xo có chiều dài 22,5 cm và 27,5 cm. Chu kì dao động của con lắc khi treo đồng thời hai vật là

A. $\dfrac{\pi}{3}$s. **B.** $\dfrac{\pi}{5}$s. **C.** $\dfrac{\pi}{4}$s. **D.** $\dfrac{\pi}{2}$s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với m_1, tại VTCB, có: $m_1g = k(l_1 - l_0)$. Tương tự với m_2 cũng có: $m_2g = k(l_2 - l_0)$

Trừ vế với vế 2 phương trình trên ta được: $(m_2 - m_1)g = k(l_2 - l_1)$

Thay $m_2 = 3m_1 \Rightarrow (3m_1 - m_1)g = k(l_2 - l_1) \Rightarrow 2m_1g = k(l_2 - l_1)$

Chu kì khi treo 2 vật $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{4m_1}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{4.(l_2 - l_1)}{2g}}$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{2.(l_2 - l_1)}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2.(27,5 - 22,5).10^{-2}}{10}} = \frac{\pi}{5}\text{ s} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Khi một vật khối lượng m được treo vào một lò xo có độ dài tự nhiên ℓ_0 thì lò xo có độ dài là ℓ. Kéo vật xuống phía dưới một đoạn nhỏ a rồi thả ra cho vật dao động điều hoà. Chu kì dao động của vật là

A. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{a}{g}}$. **B.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell - \ell_0}{g}}$.

C. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell - \ell_0}{ga}}$. **D.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell - a}{g}}$.

Bài toán 2: Gắn một vật nặng vào đầu dưới của một lò xo treo thẳng đứng làm lò xo dãn ra 9 cm khi vật cân bằng. Cho $g = \pi^2$ m/s². Chu kì dao động của vật là

A. 0,4 s. **B.** 0,6 s. **C.** 0,8 s. **D.** 1 s.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng k = 20 N/m và vật nhỏ khối lượng m = 0,2 kg. Khi vật dao động điều hòa, tại thời điểm t, vận tốc và gia tốc của vật lần lượt là v = 20 cm/s và $2\sqrt{3}$ m/s². Biên độ dao động của vật là

A. 4cm. **B.** $4\sqrt{2}$ cm. **C.** $4\sqrt{3}$ cm. **D.** 8 cm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giữa 4 đại lượng A, ω, v, a *có mối quan hệ* $A^2 = \dfrac{a^2}{\omega^4} + \dfrac{v^2}{\omega^2}$, *bài toán cho 3 đại lượng, tìm 1 đại lượng còn lại.*

$$\text{Từ } \begin{cases} A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} \\ a = -\omega^2 x \end{cases} \Rightarrow A^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{\left(2\sqrt{3}.100\right)^2}{100^2} + \frac{20^2}{100} = 4^2 \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm một hòn bi có khối lượng m và lò xo nhẹ có độ cứng k = 45 N/m. Kích thích cho vật dao động điều hòa với biên độ 2cm thì gia tốc cực đại của vật khi dao động bằng 18 m/s². Bỏ qua mọi lực cản. Khối lượng m bằng

A. 75 g. **B.** 0,45 kg. **C.** 50 g. **D.** 0,25 kg.

Bài toán 2: Lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m. Vật nhỏ m = 100 g dao động điều hòa theo phương ngang với biên độ $\sqrt{2}$ cm. Khi vật có vận tốc $10\sqrt{10}$ cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là

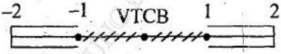
A. 4 m/s². **B.** 10 m/s². **C.** 2 m/s². **D.** 5 m/s².

Ví dụ 6: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng k = 10N/m và vật nặng khối lượng m = 100g dao động theo phương ngang với biên độ A = 2cm. Trong mỗi chu kì dao động, khoảng thời gian mà vật nặng ở những vị trí có khoảng cách tới vị trí cân bằng không nhỏ hơn 1 cm là

A. 0,314 s. **B.** 0,418 s. **C.** 0,242 s. **D.** 0,209 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thực chất của bài toán này là cho chu kì dao động, tìm khoảng thời gian để vật đi từ tọa độ x_1 đến x_2. Vì vậy, để làm tốt, bạn đọc có thể xem lại dạng bài toán này ở phần dao động điều hòa nếu thấy cần thiết.



+ Vì khoảng cách từ các điểm đến vị trí cân bằng không nhỏ hơn 1 cm nên tọa độ của vật phải nhận các giá trị thỏa mãn $\left[\begin{array}{l} x \geq 1 \text{ cm} \\ x \leq -1 \text{ cm} \end{array}\right.$ (phần gạch chéo phải loại bỏ).

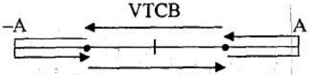
+ Dễ dàng thấy rằng $t = 4.t_{1\to 2} = 4.\frac{T}{6} = 4\frac{\pi/5}{6} = \frac{2\pi}{15} = 0,418 \text{ s} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 7: Một con lắc lò xo với độ cứng của lò xo là 50 N/m. Vật dao động điều hòa theo phương ngang. Cứ sau 0,05 s thì vật nặng của con lắc lại cách vị trí cân bằng một khoảng như cũ. Khối lượng vật nặng của con lắc bằng

A. 50g. **B.** 100 g. **C.** 25 g. **D.** 250 g.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ khoảng thời gian để vật thỏa mãn điều kiện nào đó (quy về điều kiện đi từ tọa độ x_1 đến x_2) ta sẽ tính được chu kì dao động, sau đó tính khối lượng m theo công thức chu kì của con lắc lò xo.



Vì cách vị trí cân bằng một khoảng như cũ nên có hai vị trí đối xứng nhau như hình vẽ. Căn cứ vào hình vẽ và theo đề ra ta nhận thấy, hai điểm này chia chu kì dao động của vật thành 4 khoảng bằng nhau nên $T = 4t_0 = 4.0,05 = 0,2\text{s}$

Mặt khác $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2}{4\pi^2}k = \frac{0,2^2}{4\pi^2}50 = 0,05(\text{kg}) \Rightarrow$ *Đáp án A.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

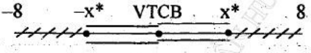
Ví dụ 8: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng dao động điều hòa với biên độ A = 8 cm. Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để độ lớn gia tốc của vật không lớn hơn 250 cm/s^2 là $\frac{T}{3}$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tần số dao động của vật là

A. 1,15 Hz. **B.** 1,94 Hz. **C.** 1,25 Hz. **D.** 1,35 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ điều kiện của gia tốc, sẽ được điều kiện của li độ x. Ngoài ra, biết khoảng thời gian sẽ tính được chính xác li độ x*, từ đó thu được tần số góc, chu kì hay tần số.*

+ Gọi x* là tọa độ ứng với gia tốc a = 250 cm/s^2. Vì $a = \omega^2 x$ nên để độ lớn gia tốc không lớn hơn giá trị 250 cm/s^2 thì tọa độ x phải không lớn hơn giá trị x*, tức là không thể nhận các giá trị phần gạch chéo trên hình vẽ.



+ Nhận thấy, trong một chu kì có 4 khoảng thời gian bằng nhau để vật chuyển động qua lại giữa vị trí cân bằng và vị trí x* (hoặc –x*) $\Rightarrow 4t = \frac{T}{3} \Rightarrow t = \frac{T}{12}$.

+ Khoảng thời gian $t = \frac{T}{12}$ cho phép vật đi được từ vị trí cân bằng đến vị trí $\frac{A}{2}$ nên $x^* = \frac{A}{2} = \frac{8}{2} = 4$ cm

+ Lúc đó $a = \omega^2 x$ trở thành $250 = \omega^2.4 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{250}{4}} = \frac{5\pi}{2}$ rad / s $\Rightarrow$ f = 1,25 Hz

⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 9: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 5 cm. Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{3}$. Lấy π^2=10. Tần số dao động của vật là

A. 4 Hz. **B.** 3 Hz. **C.** 2 Hz. **D.** 1 Hz.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong quá trình vật dao động điều hòa, gia tốc của vật có độ lớn càng nhỏ khi càng gần vị trí cân bằng.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

Trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{3}$ thì trong nửa chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{6}$ và trong một phần tư chu kì tính từ vị trí cân bằng, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá 100 cm/s^2 là $\frac{T}{12}$. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{12}$ kể từ vị trí cân bằng vật sẽ ở vị trí $|x| = \frac{A}{2} = 2{,}5$ cm. Khi đó $|a| = \omega^2|x| = 100\ cm/s^2 \Rightarrow \omega = 2\sqrt{10} \Rightarrow f = 1$ Hz.

Ví dụ 10: Vật nhỏ có khối lượng 200g trong một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 4 cm. Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2}\ cm/s^2$ là $\frac{T}{2}$. Xác định độ cứng của lò xo?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng tương tự các bài toán trên, sau khi thu được tần số góc ta sẽ tính tiếp được k hoặc m.

Trong quá trình vật dao động điều hòa, gia tốc của vật có độ lớn càng lớn khi càng gần vị trí biên. Trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2}\ cm/s^2$ là $\frac{T}{2}$ thì trong nửa chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2}\ cm/s^2$ là $\frac{T}{4}$ và trong một phần tư chu kì tính từ vị trí biên, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không nhỏ hơn $500\sqrt{2}\ cm/s^2$ là $\frac{T}{8}$. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{8}$ kể từ vị trí biên vật có $|x| = A\cos\frac{\pi}{4} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$ cm. Khi đó $|a| = \omega^2|x| = 500\sqrt{2}\ cm/s^2$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{|a|}{|x|} = 250. \text{ Mặt khác } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 0{,}2.250 = 50N/m$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng 100g và lò xo có độ cứng 10N/m dao động với biên độ 2cm. Trong mỗi chu kì dao động, thời gian mà vật nặng ở cách vị trí cân bằng lớn hơn 1cm là

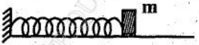
A. 0,314s. **B.** 0,417s. **C.** 0,242s. **D.** 0,209s.

Bài toán 2: Một con lắc lò xo có vật nặng với khối lượng m = 100g và lò xo có độ cứng k =10N/m dao động với biên độ 2cm. Thời gian mà vật có vận tốc nhỏ hơn $10\sqrt{3}$ cm/s trong mỗi chu kì là bao nhiêu?

A. 0,628 s. **B.** 0,417 s. **C.** 0,742 s. **D.** 0,219 s.

Ví dụ 11: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng dao động điều hoà với A = 10 cm, T = 0,5 s.

Khối lượng của vật nặng là m = 250 g, lấy $\pi^2 = 10$.



Lực đàn hồi cực đại tác dụng lên vật nặng có giá trị nào trong các giá trị dưới đây?

A. 0,4 N. **B.** 0,8 N. **C.** 4 N. **D.** 8 N.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì độ lớn của lực đàn hồi được tính $F_{đh} = k.\Delta\ell$, nên để tìm lực đàn hồi cực đại ta cần tính k và độ biến dạng $\Delta\ell$ lớn nhất.

+ Từ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{m.(2\pi)^2}{T^2}$, thay số được $k = \frac{0,25.(2\pi)^2}{0,5^2} = 40\,N/m$

+ Trọng lực P cân bằng với lực nâng của giá đỡ. Tại vị trí cân bằng không có lực nào tác dụng lên vật theo phương ngang ⇒ vật ở vị trí cân bằng, lò xo không bị biến dạng, trong quá trình vật dao động, độ lớn của li độ chính là độ nén (hay dãn) của lò xo, vì vậy ta có thể viết: $F_{đh} = k\,\Delta\ell = k|x|$

+ $F_{đh} = F_{đh\,max} \Leftrightarrow x = x_{max} = \pm A = \pm 10cm = \pm 0,1$ m

Lúc đó $F_{đh\,max} = k|x| = 40.|\pm 0,1| = 4$ N ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 12: Một vật nặng, nhỏ khối lượng m gắn vào một đầu lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu còn lại phía trên của lò xo được giữ cố định, cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số 2,5 Hz. Trong quá trình vật dao động, chiều dài lò xo thay đổi từ $l_1 = 20$ cm đến $l_2 = 24$ cm. Lấy $g = 10\,m/s^2$ và $\pi^2 = 10$. Điều nào sau đây **sai**?

A. Khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn 4 cm.

B. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 18 cm.

C. Trong quá trình vật dao động lò xo luôn bị dãn.

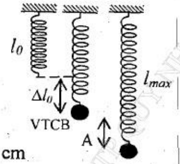
D. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo bằng không.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán liên quan đến cách tính độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng, cách tính biên độ theo chiều dài quỹ đạo, so sánh A và Δl_0 để đánh giá lực đàn hồi cực đại, cực tiểu.

Có $\omega = 2\pi f = 5\pi$ rad/s ⇒ độ biến dạng của lò xo khi vật nằm ở vị trí cân bằng

$$\Delta l_0 = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = \frac{10}{250} = 0,04\text{ m} = 4\text{ cm}$$



+ Biên độ: $A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} = \frac{24 - 20}{2} = 2\text{ cm}$

+ Vì $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A$

⇒ chiều dài tự nhiên $l_0 = l_{\max} - \Delta l_0 - A = 24 - 4 - 2 = 18$ cm

+ Vì $A < \Delta l_0$ nên trong quá trình dao động lò xo luôn bị dãn, và vì luôn bị dãn nên lực đàn hồi cực tiểu khác không ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động điều hòa với chu kì 0,4 s. Khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo dài 44 cm. Lấy $g = \pi^2$ (m/s^2). Chiều dài tự nhiên của lò xo là

A. 36 cm. **B.** 40 cm. **C.** 42 cm. **D.** 38 cm.

Bài toán 2: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng và dao động điều hòa với tần số 4,5 Hz. Trong quá trình dao động chiều dài lò xo biến thiên từ 40 cm đến 56 cm. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chiều dài tự nhiên của lò xo là

A. 48 cm. **B.** 46,8 cm. **C.** 42 cm. **D.** 40 cm.

Bài toán 3: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, độ dài tự nhiên của lò xo là $l_0 = 30$ cm, khi vật dao động chiều dài lò xo biến thiên từ 32cm đến 38cm, Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Vận tốc cực đại của dao động là

A. $10\sqrt{2}$ cm/s **B.** $30\sqrt{2}$ cm/s **C.** $40\sqrt{2}$ cm/s **D.** $20\sqrt{2}$ cm/s

Bài toán 4: Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng 100g và lò xo nhẹ có độ cứng 20N/m, chiều dài tự nhiên 30cm, được treo thẳng đứng lên một điểm cố định. Từ vị trí cân bằng, vật nặng được nâng lên theo phương đứng một đoạn 2cm và buông nhẹ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Chiều dài nhỏ nhất của lò xo trong quá trình vật dao động là

A. 37cm. **B.** 28cm. **C.** 33cm. **D.** 32cm.

Bài toán 5: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4\cos\left(10t + \frac{5\pi}{6}\right)$ cm. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Biết chiều dài tự nhiên $l_0 = 40$ cm. Chọn chiều dương hướng xuống. Chiều dài của lò xo sau khi quả cầu dao động được một nửa chu kì kể từ lúc bắt đầu dao động là

A. 53,46cm. **B.** 63,46cm. **C.** 43,46cm. **D.** 46,54cm.

Ví dụ 13: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nhỏ có m = 250g treo phía dưới một lò xo nhẹ có k = 100 N/m. Từ vị trí cân bằng, kéo vật xuống dưới một đoạn sao cho lò xo giãn 7,5 cm và thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Tỉ số giữa thời gian lò xo dãn và thời gian lò xo nén trong một chu kì dao động là

A. 0,5. **B.** 2. **C.** 3. **D.** 3,14.

Phân tích và hướng dẫn giải:

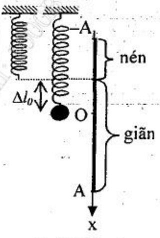
Thực chất là bài toán tìm thời gian nén hoặc dãn trong một chu kì. Muốn vậy ta phải biết được biên độ dao động, vị trí của vật ứng với trạng thái bắt đầu nén hoặc dãn, từ đó quy về bài toán tìm thời gian từ tọa độ x_1 *đến* x_2.

+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn một đoạn:

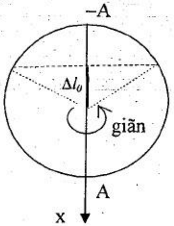
$$\Delta\ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{0,25.10}{100} = 0,025\text{m} = 2,5\text{cm}$$

+ Ở vị trí kích thích, lò xo dãn 7,5 cm nên vị trí vật được kích thích cách vị trí cân bằng một đoạn $7,5 - 2,5 = 5$ cm. Vì ở đây vận tốc bằng không nên điểm kích thích chính là biên của quỹ đạo chuyển động ⇒ Biên độ A = 5 cm

+ Theo hình vẽ, trong một chu kì, khoảng thời gian lò xo nén chính là khoảng thời gian để vật đi từ li độ –2,5 cm đến –5 cm rồi quay lại –2,5 cm, vì vậy:



(A > Δl_0)



$$t_n = t_{-\frac{A}{2}\to -A} + t_{-A\to -\frac{A}{2}} = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} = \frac{T}{3}$$

Khoảng thời gian lò xo giãn là

$$t_d = T - t_n = T - \frac{T}{3} = \frac{2T}{3}$$

$\Rightarrow \dfrac{t_d}{t_n} = \dfrac{2T/3}{T/3} = 2 \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Chú ý: Sau khi tìm được $\Delta\ell_0$ và A, cũng có thể giải nhanh như sau:

Có: $\cos\alpha = \dfrac{\Delta\ell_0}{A} = \dfrac{2,5}{5} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \dfrac{\pi}{3}$

– Khoảng thời gian lò xo nén $t_n = 2\dfrac{\alpha}{\omega} = 2\dfrac{\pi/3}{2\pi/T} = \dfrac{T}{3}$

– Khoảng thời gian lò xo dãn $t_d = T - t_n = T - \dfrac{T}{3} = \dfrac{2T}{3}$

⇒ Tỉ số cần tìm bằng 2.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Một lò xo đặt thẳng đứng, bố trí ngược, đầu dưới thì cố định, đầu trên gắn vật, sao cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo với biên độ là A và chu kì bằng 3 s. Biết rằng khi vật ở vị trí cân bằng, lò xo bị nén một đoạn bằng A/2. Thời gian ngắn nhất kể từ khi vật ở vị trí thấp nhất đến khi lò xo không biến dạng là

A. 1 s. **B.** 1,5 s. **C.** 0,75 s. **D.** 0,5 s.

Ví dụ 14: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho vật (được móc ở phía dưới lò xo) dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì 0,4 s và biên độ 8 cm. Chọn trục x'x thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Lấy gia tốc rơi tự do $g = 10m/s^2$ và $\pi^2 = 10$. Thời gian ngắn nhất kể từ thời điểm ban đầu đến lúc lực đàn hồi của lò xo có độ lớn cực tiểu là

A. $\frac{7}{30}$s.. **B.** $\frac{1}{30}$s. **C.** $\frac{3}{10}$s. **D.** $\frac{4}{15}$s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây cũng là bài toán tìm thời gian từ tọa độ x_1 đến x_2.

+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn một đoạn:

$$\Delta\ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{0,4^2.10}{4.10} = 0,04(m) = 4(cm)$$

+ Vì $A > \Delta\ell_0$ nên ngoài bị dãn, có lúc lò xo bị nén. Vậy lực đàn hồi cực tiểu ứng với lúc lò xo không bị biến dạng, khi đó vật ở vị trí $x = -\Delta\ell_0 = -4cm$

+ Thời gian cần tìm $t = t_{VTCB\to-\Delta\ell_0} = t_{VTCB\to A} + t_{A\to VTCB} + t_{VTCB\to-\Delta\ell_0}$

$$t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{7T}{12} = \frac{7.0,4}{12} = \frac{7}{30}s \quad \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Ví dụ 15: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng treo ở phía dưới lò xo dao động với biên độ A = 12cm. Biết tỉ số giữa lực cực đại và lực cực tiểu của lò xo tác động lên vật là 4. Độ giãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là

A. 10cm. **B.** 12cm. **C.** 15cm. **D.** 20cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây cũng là bài toán liên quan đến lực đàn hồi, do có tỉ số $\frac{F_{dh}^{max}}{F_{dh}^{min}} = 4 \neq \infty$ *nên* $F_{dh}^{min} \neq 0$ *điều này có nghĩa là lò xo luôn bị dãn khi vật dao động. Khi vật xuống thấp nhất, độ biến dạng lúc đó là lớn nhất nên* $F_{max} = k\,|\Delta l_0 + A|$ *còn khi vật lên cao nhất*

$F_{min} = k\,|\Delta l_0 - A\,|$. Trong tỉ số của 2 lực này sẽ xuất hiện độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng mà ta cần tính.

Ta có $\dfrac{F_{dh}^{max}}{F_{dh}^{min}} = \dfrac{k(\Delta\ell_0 + A)}{k(\Delta\ell_0 - A)} = 4 \Rightarrow \Delta\ell_0 = \dfrac{5A}{3} = 20\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, dao động điều hoà với biên độ 10cm. Lấy $g = \pi^2 = 10\ \text{m/s}^2$. Tỉ số giữa lực đàn hồi cực tiểu và cực đại là $3/7$. Tần số dao động của vật là

A. 0,25 Hz. **B.** 0,5 Hz. **C.** 1 Hz. **D.** 2 Hz.

Bài toán 2: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có khối lượng không đáng kể. Hòn bi đang ở vị trí cân bằng thì được kéo xuống dưới theo phương thẳng đứng một đoạn 3 cm rồi thả nhẹ cho nó dao động. Hòn bi thực hiện 50 dao động mất 20s. Cho $g = \pi^2 = 10\text{m/s}^2$. Tỉ số độ lớn lực đàn hồi cực đại và lực đàn hồi cực tiểu của lò xò khi dao động là

A. 7. **B.** 5. **C.** 4. **D.** 3.

Bài toán 3: Con lắc lò xo treo thẳng đứng. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 20 cm. Khi vật ở vị trí cân bằng thì độ dãn của lò xo là 4 cm. Lực đàn hồi cực đại và cực tiểu lần lượt là 10 N và 6 N. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động là

A. 25 cm; 24 cm. **B.** 24 cm; 23 cm. **C.** 26 cm; 24 cm. **D.** 25 cm; 23 cm.

Bài toán 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, độ cứng của lò xo $k = 50\ \text{N/m}$. Khi vật dao động thì lực kéo cực đại và lực nén cực đại của lò xo lên giá treo lần lượt là 4N và 2N. Lấy $g = 10\ \text{m/s}^2$. Vận tốc cực đại của vật là

A. $30\sqrt{5}$ cm/s **B.** $40\sqrt{5}$ cm/s **C.** $50\sqrt{5}$ cm/s **D.** $60\sqrt{5}$ cm/s

Ví dụ 16: Một con lắc lò xo có độ cứng k = 900 N/m. Vật nặng dao động với biên độ A = 10 cm, khi vật qua li độ x = 4 cm thì động năng của vật bằng

A. 3,78 J. **B.** 0,72 J. **C.** 0,28 J. **D.** 4,22 J.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $E_đ = E - E_t = \dfrac{1}{2}k\left(A^2 - x^2\right) = 3{,}78\ \text{J} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 17: Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hòa theo phương trình $x = 10\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm) với t tính bằng giây. Động năng của vật đó biến thiên với chu kì bằng

A. 0,5 s. **B.** 0,25 s. **C.** 1,5 s. **D.** 1,0 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Động năng vật nặng $E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2\left(\omega t + \varphi\right) = \frac{E}{2} + \frac{E}{2}\cos\left(2\omega t + 2\varphi\right)$

biến thiên tuần hoàn với $\omega' = 2\omega$ *nên* $T' = \frac{T}{2}$.

Vì động năng biến thiên với chu kì bằng nửa chu kì của li độ dao động

$T' = \frac{T}{2} = \frac{2\pi/\omega}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{4\pi} = \frac{1}{4} = 0,25\text{ s} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 18: Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Biết lò xo có độ cứng 36 N/m và vật nhỏ có khối lượng 100g. Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng của con lắc biến thiên theo thời gian với tần số.

A. 6 Hz. **B.** 3 Hz. **C.** 12 Hz. **D.** 1 Hz.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án A vì $f' = 2f = 2.\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = 2.\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{36}{0,1}} = 6(\text{Hz})$

Ví dụ 19: Ở vị trí nào thì động năng của con lắc có giá trị gấp n lần thế năng?

A. $x = \frac{A}{n}$. **B.** $x = \frac{A}{n+1}$. **C.** $x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}$. **D.** $x = \pm\frac{A}{n+1}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có $E_đ + E_t = E = \frac{1}{2}kA^2$. Khi $E_đ = n.E_t \Rightarrow nE_t + E_t = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow (n+1)E_t = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow (n+1).\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \boxed{x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}}} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng k. Một đầu giữ cố định, đầu còn lại gắn vật nhỏ có khối lượng m, vật dao động điều hòa với biên độ A. Vào thời điểm động năng của vật bằng 3 lần thế năng của lò xo, độ lớn vận tốc của vật được tính theo biểu thức

A. $v = A\sqrt{\frac{k}{4m}}$. **B.** $v = A\sqrt{\frac{k}{8m}}$. **C.** $v = A\sqrt{\frac{k}{2m}}$. **D.** $v = A\sqrt{\frac{3k}{4m}}$.

Ví dụ 20: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật m = 100g. Vật dao động với $v = 5\pi\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm/s. Vận tốc trung bình của vật tính từ thời điểm ban đầu đến vị trí động năng bằng $\frac{1}{3}$ thế năng lần thứ 2 là

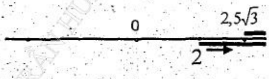
A. 6,34 cm/s. **B.** 21,12 cm/s. **C.** 15,74 cm/s. **D.** 3,66 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu ta xác định được vị trí ban đầu, vị trí ở đó động năng bằng $\frac{1}{3}$ *thế năng lần thứ hai và khoảng thời gian chuyển động giữa 2 vị trí đó thì ta sẽ xác định được vận tốc trung bình* $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t}$ $\left(\text{Vận tốc trung bình} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Khoảng thời gian}}\right)$

+ Từ $v = 5\pi\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm/s $\Rightarrow x = 5\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 5\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm

Tại $t = 0 \begin{cases} x_1 = 5\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 2,5\text{cm} \\ v_1 = 5\pi\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) > 0 \end{cases}$



+ Khi $W_đ = \frac{1}{3}W_t$ vật qua vị trí $x = \pm\frac{A}{\sqrt{n+1}} = \frac{A}{\sqrt{\frac{1}{3}+1}} = \pm\frac{A\sqrt{3}}{2} = \pm 2,5\sqrt{3}(\text{cm})$

+ Vận tốc trung bình: $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t} = \frac{2,5\sqrt{3} - 2,5}{\frac{T}{6} + \frac{T}{12}} \approx 3,66$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 21: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)* Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nhỏ có khối lượng 50 g dao động điều hòa với phương trình x = Acosωt. Thấy rằng cứ sau những khoảng thời gian 0,05 s thì động năng và thế năng lại bằng nhau. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo là

A. 25 N/m. **B.** 200 N/m. **C.** 100 N/m. **D.** 50 N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp động năng bằng thế năng là một phần tư chu kì nên ta sẽ tính được chu kì, từ đó tìm được k hoặc m.

Từ $t_0 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4t_0 = 0,2\text{s}$ mà $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 50\text{N/m} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo được kích thích dao động tự do với chu kì $T = 2s$. Biết tại thời điểm $t = 0,1s$ thì động năng và thế năng bằng nhau lần thứ nhất. Lần thứ hai động năng và thế năng bằng nhau vào thời điểm là

A. 1,1s **B.** 1,6s **C.** 2,1s **D.** 0,6s

Bài toán 2: Cơ năng của vật $m = 100g$ trong con lắc lò xo là $E = 0,8$ mJ. Biên độ dao động $A = 2cm$. Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp thế năng bằng động năng dao động là

A. 0,57. **B.** 0,125s. **C.** 0,25s. **D.** 1s.

Bài toán 3: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ và lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m. Con lắc dao động đều hòa theo phương ngang với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp con lắc có động năng bằng thế năng là 0,1 s. Lấy $\pi^2 = 10$. Khối lượng vật nhỏ bằng

A. 400 g. **B.** 40 g. **C.** 200 g. **D.** 100 g.

(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Bài toán 4: Biết phương trình dao động $x = A\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm. Xác định số lần cơ năng gấp 4 động năng trong 8,4 s đầu? *(Đây thuộc dạng bài toán tìm số lần vật đi qua x*, nhận v*, ...)*

Ví dụ 22: Vật nhỏ của một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương ngang, mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Khi gia tốc của vật có độ lớn bằng một nửa độ lớn gia tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và thế năng của vật là

A. 3. **B.** $\frac{1}{3}$. **C.** $\frac{1}{2}$. **D.** 2.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biết gia tốc thì sẽ biết được li độ ⇒ thế năng ⇒ động năng ⇒ tỉ số giữa chúng.

Gia tốc $a = -\omega^2 x$. Gia tốc cực đại $a_{max} = -\omega^2 A$. Khi $|a| = \frac{1}{2}|a_{max}|$ thì $|x| = \frac{A}{2}$

Có: $\frac{W_đ}{W_t} = \frac{W - W_t}{W_t} = \frac{\frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{\frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2}{\frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2} = 3 \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

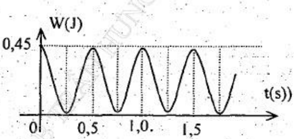
Bài toán 1: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Ở thời điểm độ lớn vận tốc của vật bằng 50% vận tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và cơ năng của vật là

A. $\frac{3}{4}$. **B.** $\frac{1}{4}$. **C.** $\frac{4}{3}$. **D.** $\frac{1}{2}$.

Bài toán 2: *(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)* Một vật dao động điều hòa với biên độ 6 cm. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi vật có động năng bằng $3/4$ lần cơ năng thì vật cách vị trí cân bằng một đoạn

A. 6 cm. **B.** 4,5 cm. **C.** 4 cm. **D.** 3 cm.

Bài toán 3: Một vật có khối lượng 1kg dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng. Đồ thị dao động của thế năng của vật như hình vẽ bên. Cho $\pi^2 \approx 10$ thì biên độ dao động của vật là



A. 60cm **B.** 3,75cm

C. 15cm **D.** 30cm

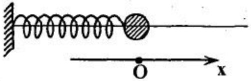
Ví dụ 23: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 20$ cm, độ cứng là k = 100 N/m. Vật nặng có khối lượng m = 100 g dao động điều hòa với năng lượng $E = 2.10^{-2}$ J. Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động là

A. $l_{\max} = 23$ cm; $l_{\min} = 19$ cm.

B. $l_{\max} = 22$ cm; $l_{\min} = 18$ cm.

C. $l_{\max} = 20$ cm; $l_{\min} = 18$ cm.

D. $l_{\max} = 32$ cm; $l_{\min} = 30$ cm.



Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $E = \frac{1}{2}kA^2$ suy ra biên độ dao động

$$A = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \sqrt{\frac{2.2.10^{-2}}{100}} = \sqrt{4.10^{-4}} = 2.10^{-2}\ \text{m} = 2\ \text{cm}$$

Ở vị trí cân bằng của vật, lò xo không bị biến dạng nên:

$$l_{\max} = l_0 + A = 20 + 2 = 22\ \text{cm}$$

$$l_{\min} = l_0 - A = 20 - 2 = 18\ \text{cm} \quad \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 24: Con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng m = 400 g và lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động điều hoà với cơ năng E = 25 mJ. Khi vật qua li độ –1 cm thì vật có vận tốc –25 cm/s. Độ cứng k của lò xo bằng

A. 250 N/m. **B.** 200 N/m. **C.** 150 N/m. **D.** 100 N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng dao động của con lắc $E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow k = \frac{2E - mv^2}{x^2} = 250\ N/m \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 25: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nhỏ dao động điều hoà với tần số 2,5 Hz. Khi vật có li độ 1,2 cm thì động năng của vật chiếm 96% cơ năng toàn phần của nó. Tốc độ trung bình trong một chu kì dao động là

A. 30 cm/s. **B.** 20 cm/s. **C.** 12 cm/s. **D.** 60 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tốc độ trung bình $v_{tb} = \frac{S}{\Delta t}$, tính trong 1 chu kì thì $v_{tb} = \frac{4A}{T} = 4Af$

+ Theo đề ra, khi vật có li độ 1,2 cm thì động năng của vật chiếm 96% cơ năng toàn phần của nó, nghĩa là thế năng chỉ bằng 4% hay 0,04 cơ năng, vậy ta có

$\frac{1}{2}kx^2 = 0,04\frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A = \frac{x}{0,2} = \frac{1,2}{0,2} = 6cm$

Vậy $v_{tb} = 4Af = 4.6.2,5 = 60$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng 500g, dao động điều hoà trên quỹ đạo dài 20cm. Trong khoảng thời gian 3 phút, vật thực hiện được 540 dao động. Lấy $\pi^2 = 10$. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tính cơ năng dao động của vật?

Ví dụ 26: Một vật nhỏ có khối lượng m = 300g được treo vào đầu dưới của một lò xo nhẹ có độ cứng k = 30 N/m bố trí thẳng đứng. Chọn chiều dương hướng xuống và gốc thời gian là lúc quả cầu bắt đầu chuyển động. Hãy viết phương trình dao động của vật trong các cách kích thích sau đây:

a) Kéo vật xuống dưới cách VTCB đoạn 4cm rồi buông nhẹ.

b) Truyền cho vật đang đứng yên ở VTCB vận tốc ban đầu 50cm/s hướng xuống.

c) Nâng vật lên trên cách VTCB đoạn 4 cm rồi buông nhẹ

d) Nâng vật lên trên cách VTCB đoạn 4 cm và truyền cho nó vận tốc 40 cm/s hướng lên.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là dạng bài viết phương trình dao động, thực chất là đi tìm A, ω và φ. Để làm tốt bài toán loại này, xin bạn đọc nghiên cứu kĩ các phương pháp đã được trình bày ở phần tóm tắt lí thuyết.

Phương trình dao động của vật có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Với $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{30}{0,3}} = \sqrt{100} = 10$ rad/s

Ta phải xác định thêm A và φ

Biểu thức vận tốc là: $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$

a) Lúc t = 0 ta có: $\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi = 4 \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{4}{A} > 0 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = 0 \\ A = \dfrac{4}{\cos 0} = 4\text{cm} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động là: x = 4 cos10t cm

b) Lúc t = 0 ta có: $\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi = 0 \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ \sin\varphi = -\dfrac{50}{\omega A} < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = -\dfrac{\pi}{2} \\ A = 5\text{cm} \end{cases}$

Vậy: $x = 5\cos\left(10t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ cm

c) Lúc t = 0 ta có: $\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi = -4 \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{-4}{A} < 0 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \pi\ . \\ A = 4\text{cm} \end{cases}$

Vậy: $x = 4\cos(10t + \pi)$ cm

d) Lúc t = 0 ta có: $\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi = -4 \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi = -40 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \dfrac{-4}{A} < 0 \\ \sin\varphi = \dfrac{-40}{-\omega A} = \dfrac{40}{10.A} = \dfrac{4}{A} > 0 \end{cases}$

$$\Rightarrow \tan\varphi = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = -1 \Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow A = \frac{-4}{\cos\frac{3\pi}{4}} = \frac{-4}{\frac{-\sqrt{2}}{2}} = 4\sqrt{2}\ \text{cm}$$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 4\sqrt{2}\cos\left(10t + \dfrac{3\pi}{4}\right)$ cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA - ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 27: Con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m = 100g, treo vào lò xo có độ cứng k = 90 N/m. Thời điểm ban đầu, kéo vật lệch ra khỏi vị trí cân bằng theo chiều âm một đoạn 10cm, rồi truyền cho vật một vận tốc ban đầu $3\sqrt{3}$ m/s theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 20\cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right)$cm **B.** $x = 20\sin\left(30t + \frac{\pi}{3}\right)$cm

C. $x = 20\cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right)$cm **D.** $x = 20\cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{90}{0,1}} = 30$ (rad/s)

Tại t = 0 có: $\begin{cases} x = A\cos\varphi = -10 \text{ (cm)} \\ v = -A\omega\sin\varphi = 300\sqrt{3} \text{ (cm/s)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = -10 \\ A\sin\varphi = -10\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 20 \text{ cm} \\ \varphi = -\frac{2\pi}{3} \end{cases}$

Vậy phương trình dao động là: $x = 20\cos\left(30t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm.

Ví dụ 28: Con lắc lò xo có chiều dài $\ell_0 = 40$cm, treo thẳng đứng, phía dưới gắn quả nặng m, khi cân bằng lò xo giãn $\Delta\ell_0 = 10$cm. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng một đoạn bằng $2\sqrt{3}$ cm và truyền cho vật vận tốc v = 20 cm/s lên trên thẳng đứng. Chọn trục tọa độ thẳng đứng, gốc O trùng VTCB, chiều dương hướng xuống dưới, lấy $g = \pi^2 = 10$ m/s^2. Gốc thời gian là thời điểm truyền vận tốc. Hãy viết phương trình dao động của vật. Tìm chiều dài ngắn nhất và lớn nhất của lò xo trong quá trình vật dao động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giả sử phương trình dao động của vật có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Tại VTCB : $F_0 = P \Rightarrow \Delta\ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{m}{k}g = \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta\ell_0}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10$ (rad/s)

Tại t = 0, có: $\begin{cases} x = A\cos\varphi = 2\sqrt{3} \\ v = -A\omega\sin\varphi = -20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 2\sqrt{3} \\ A\sin\varphi = \frac{20}{\omega} = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4 \text{ cm} \\ \varphi = \frac{\pi}{6} \end{cases}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Vậy phương trình dao động là: $x = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{6}\right)$cm

+ Lò xo có chiều dài lớn nhất khi vật nằm ở vị trí biên dưới:

$$\ell_{max} = (\ell_0 + \Delta\ell_0) + A = 54cm$$

Lò xo có chiều dài ngắn nhất khi vật nằm tại vị trí biên trên:

$$\ell_{min} = (\ell_0 + \Delta\ell_0) - A = 46cm$$

Ví dụ 29: Vật nặng trong con lắc lò xo dao động với phương trình $x = 20\cos(10t + \varphi)$ (cm). Thời điểm ban đầu người ta kéo vật lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn x theo chiều dương và truyền cho vật một vận tốc ban đầu v = 1m/s theo chiều âm. Biết khối lượng của vật bằng 100g. Pha ban đầu của dao động và độ lớn của lực kéo về ban đầu là

A. $\varphi = \frac{\pi}{6}, F = \sqrt{3}N$ **B.** $\varphi = \frac{\pi}{3}, F = \sqrt{3}N$

C. $\varphi = \frac{\pi}{6}, F = 3N$ **D.** $\varphi = \frac{\pi}{3}, F = \sqrt{2}N$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow x^2 = A^2 - \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow x^2 = 20^2 - \frac{100^2}{10^2} \Rightarrow x = 10\sqrt{3}cm$.

+ Tại thời điểm t = 0, ta có: $\begin{cases} x = 20\cos\varphi = 10\sqrt{3} \text{ cm} \\ v = -20.10.\sin\varphi = -100 \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$.

+ Độ cứng của lò xo: $k = m\omega^2 = 0,1.10^2 = 10$ N/m.

$\Rightarrow$ Độ lớn của lực kéo về ban đầu $F = kx = 10.0,1\sqrt{3} = \sqrt{3}$ (N) $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 30: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nằm ngang với ma sát không đáng kể, vật nhỏ có khối lượng m = 500g. Cơ năng của con lắc $E = 10^{-2}$J. Tại thời điểm ban đầu vật có vận tốc 0,1 m/s, gia tốc $a = -2$ m/s^2. Biết phương trình dao động viết dưới dạng cosin, pha ban đầu của dao động là

A. $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ **B.** $\varphi = \frac{\pi}{3}$ **C.** $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ **D.** $\varphi = \frac{\pi}{6}$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tại thời điểm t = 0, ta có: $\begin{cases} v = -A\omega\sin\varphi = 0{,}1 & (1) \\ a = -A\omega^2\cos\varphi = -2 & (2) \end{cases}$

Từ biểu thức tính cơ năng: $E = \dfrac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow A\omega = \sqrt{\dfrac{2E}{m}} = \sqrt{\dfrac{2.10^{-2}}{0{,}5}} = 0{,}2$ (3)

Từ (1), (3) $\Rightarrow \sin\varphi = -\dfrac{1}{2}$. Ngoài ra để thỏa mãn (2) thì $\varphi = -\dfrac{\pi}{6} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 31: Vật nhỏ trong con lắc lò xo dao động điều hòa có cơ năng là $E = 3.10^{-5}$J. Biết lực phục hồi cực đại tác dụng vào vật là $1{,}5.10^{-3}$N, chu kì dao động T = 2s. Tại thời điểm ban đầu vật đang chuyển động nhanh dần và đi theo chiều âm, với gia tốc có độ lớn $2\pi^2$ cm/s². Phương trình dao động của vật là

A. $x = 4\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$cm **B.** $x = 4\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$cm

C. $x = 4\sqrt{3}\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm **D.** $x = 4\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Có ngay: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{2} = \pi$ (rad/s).

Ta có: $\dfrac{E}{F_{max}} = \dfrac{\frac{1}{2}kA^2}{kA} = \dfrac{A}{2} = \dfrac{3.10^{-5}}{1{,}5.10^{-3}} = 2.10^{-2}\text{m} \Rightarrow A = 4\text{cm}$

Theo đề ra, tại thời điểm ban đầu, vật đang chuyển động nhanh dần và đi theo chiều âm nên vật sẽ nằm ở bên phần dương của hệ trục tọa độ, tức là $x > 0$ $\Rightarrow a = -\omega^2 x < 0$ do đó $a = -2\pi^2$ cm/s². Vậy tại thời điểm t = 0 thì:

$$\begin{cases} v_0 = -A\omega\sin\varphi < 0 \\ a_0 = -A\omega^2\cos\varphi = -2\pi^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -4\pi\sin\varphi < 0 \\ -4\pi^2\cos\varphi = -2\pi^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\varphi > 0 \\ \cos\varphi = \dfrac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{3}.$$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động của vật là: $x = 4\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$cm $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

DIỄN ĐÀN TOÁN LÝ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Ví dụ 32: Con lắc lò xo có k = 100 N/m, vật nặng m = 250g dao động với biên độ 6cm. Chọn t = 0 lúc vật qua vị trí cân bằng. Quãng đường vật đi được trong $\frac{\pi}{10}$s đầu tiên là

A. 24 cm. **B.** 12 cm. **C.** 9 cm. **D.** 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng giống như phần dao động điều hòa, để xác định được quãng đường của vật, chúng ta cần xem xét mối tương quan giữa khoảng thời gian và chu kì dao động.

Chu kì dao động của vật: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{100}} = \frac{\pi}{10}$ s

Nhận thấy khoảng thời gian $t = \frac{\pi}{10}$s đúng bằng chu kì dao động

⇒ Trong khoảng thời gian đó, vật chỉ thực hiện 1 dao động.

⇒ Quãng đường vật đi được là: $S = 4A = 4.6 = 24$cm ⇒ *Đáp án A.*

Câu 33: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có k = 100N/m, đầu dưới móc vật m = 100g. Từ vị trí cân bằng kéo vật xuống dưới sao cho lò xo dãn 3 cm rồi truyền cho vật vận tốc $20\pi\sqrt{3}$ cm/s hướng lên. Trong khoảng thời gian $\frac{1}{4}$ chu kì kể từ khi truyền vận tốc, quãng đường vật đi được là

A. 2,54 cm. **B.** 4,00 cm. **C.** 5,46 cm. **D.** 7,28 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

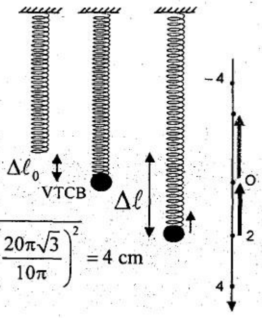
+ Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,1}} = 10\pi$ rad/s

+ Ở vị trí cân bằng, lò xo đã bị dãn một đoạn:

$$\Delta\ell_0 = \frac{m.g}{k} = \frac{0,1.10}{100} = 0,01(m) = 1(cm)$$

nên vị trí kích thích cách VTCB đoạn:

$$x = \Delta\ell - \Delta\ell_0 = 3 - 1 = 2cm$$



⇒ Biên độ dao động $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{(2)^2 + \left(\frac{20\pi\sqrt{3}}{10\pi}\right)^2} = 4$ cm

+ Thời điểm ban đầu vật xuất phát từ vị trí $x = 2 = \frac{A}{2}$ hướng lên trên về vị trí cân bằng nên đi được đoạn đường $S_1 = 2\text{cm}$ và mất khoảng thời gian $t_1 = \frac{T}{12}$

+ Lượng thời gian còn lại $t_2 = \frac{T}{4} - t_1 = \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$. Với khoảng thời gian $\frac{T}{6}$ này vật sẽ đi từ vị trí cân bằng đến tọa độ $-\frac{A\sqrt{3}}{2} = -2\sqrt{3}$ nên đi thêm được đoạn đường $S_2 = 2\sqrt{3}\text{cm}$

Vậy sau $\frac{T}{4}$, tổng quãng đường vật đi được là $S = S_1 + S_2 = 2 + 2\sqrt{3} \approx 5,46(\text{cm})$

⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k = 100 N/m và vật có khối lượng m = 250 g, dao động điều hoà với biên độ A = 6 cm. Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua vị trí cân bằng. Quãng đường vật đi được trong 0,1π s đầu tiên là

A. 6 cm. **B.** 24 cm. **C.** 9 cm. **D.** 12 cm.

Bài toán 2: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, lò xo có độ cứng k = 2 N/cm, kích thích cho vật dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos(\omega t + \pi)\,(\text{cm})$. Kể từ lúc khảo sát dao động, sau khoảng thời gian $t = \frac{4}{30}\text{s}$ vật đi được quãng đường 9 cm. Lấy $\pi^2 = 10$. Khối lượng của vật bằng

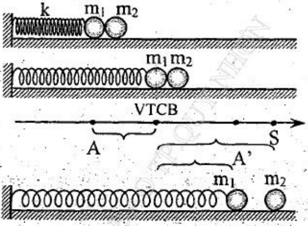
A. 0,2 kg. **B.** 400 g. **C.** 800 g. **D.** 1 kg.

Ví dụ 34: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ m_1. Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí mà lò xo bị nén 8 cm, đặt vật nhỏ m_2 (có khối lượng bằng khối lượng vật m_1) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật m_1. Buông nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. Ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật m_1 và m_2 là

A. 4,6 cm. B. 2,3 cm. C. 5,7 cm. D. 3,2 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2-3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:



+ Giai đoạn đầu, dưới tác dụng lực đẩy của lò xo, 2 vật còn tiếp xúc nhau và cùng chuyển động với biên độ A = 8 cm với vận tốc góc $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\dfrac{k}{2m}}$ và khi đến vị trí cân bằng chúng đạt tốc độ lớn nhất $v_{max} = \omega A$

+ Ngay sau khi chúng qua vị trí cân bằng, do thành phần lực tác dụng lên từng vật khác nhau nên tính chất chuyển động từng vật sẽ không giống nhau, điều này buộc hai vật tách nhau ra :

- Vật m_1 tiếp tục dao động với tốc độ lớn nhất $v_1 = v_{max} = \omega A$ nhưng lúc này chỉ với tần số góc $\omega' = \sqrt{\dfrac{k}{m_1}} = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \omega\sqrt{2}$ do đó có biên độ mới A' được tính : $\omega.A = \omega'.A'$ suy ra $A' = \dfrac{\omega}{\omega'}.A = \dfrac{A}{\sqrt{2}}$.

(Cách khác, theo năng lượng: $\frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}m_2 v_2^2$ *cũng được* $A' = \frac{A}{\sqrt{2}}$*)*

- Vật m_2 chuyển động thẳng đều với tốc độ $v_2 = v_{max} = \sqrt{\dfrac{k}{2m}}.A$

Tính từ vị trí cân bằng, ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì vật m_2 sẽ đi được quãng đường

$$S = v_2.t = v_2.\frac{T_1}{4} = v_2.\frac{2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}}{4} = \sqrt{\frac{k}{2m}}A.\frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}{4} = \frac{\pi.A}{2.\sqrt{2}}$$

Vậy khoảng cách giữa 2 vật là : $L = S - A' = \dfrac{\pi.A}{2.\sqrt{2}} - \dfrac{A}{\sqrt{2}} \approx 3,2\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm lò xo có độ cứng 50 N/m một đầu được gắn cố định, đầu dưới gắn 2 vật nặng có khối lượng $m_1 = m_2 = 200$ g. Ban đầu hai vật ở vị trí cân bằng, sau đó đột ngột cắt dây nối giữa 2 vật để một vật rời khỏi hệ.

a) Xác định biên độ và chu kì dao động của vật còn lại.

b) Xác định khoảng cách giữa hai vật khi vật còn lại gắn với lò xo chuyển động qua vị trí cân bằng.

Bài toán 2: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, một đầu gắn vào điểm cố định H, đầu còn lại gắn với hệ hai vật m_1 và m_2. Biết lực tương tác cực đại giữa m_1 và m_2 là 8N và khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp điểm H chịu tác dụng lực kéo $4\sqrt{3}$ N là 0,2s. Hãy tính chu kì dao động T của hệ hai vật?

Ví dụ 35: Lò xo ban đầu có độ cứng $k_0 = 60$N/m, được cắt thành hai lò xo ℓ_1 và ℓ_2 theo tỉ lệ $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{3}{2}$. Gọi k_1, k_2 và k_h độ cứng của từng lò xo và của hệ hai lò xo khi mắc chúng song song. Hãy chọn phương án đúng

A. $k_1 = 100$ N/m; $k_2 = 150$ N/m; $k_h = 250$ N/m.

B. $k_1 = 150$ N/m; $k_2 = 100$ N/m; $k_h = 250$ N/m.

C. $k_1 = 100$ N/m; $k_2 = 200$ N/m; $k_h = 300$ N/m.

D. $k_1 = 300$ N/m; $k_2 = 200$ N/m; $k_h = 500$ N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là dạng bài cắt và ghép lò xo, yêu cầu biết vận dụng công thức tính độ cứng $k = E\frac{S}{\ell}$ *và công thức hệ ghép.*

+ Độ cứng k_1, k_2 của từng phần lò xo nhỏ được tính từ hệ: $\begin{cases} k_0\ell_0 = k_1\ell_1 = k_2\ell_2 \\ \ell_1 + \ell_2 = \ell_0 \end{cases}$

$$\Rightarrow k_0\ell_0 = k_1.\frac{3\ell_0}{5} = k_2.\frac{2\ell_0}{5} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = \frac{5k_0}{3} = \frac{5.60}{3} = 100 \text{ N/m} \\ k_2 = \frac{5k_0}{2} = \frac{5.60}{2} = 150 \text{ N/m} \end{cases}$$

+ Độ cứng của hệ 2 lò xo ghép song song:

$$k_h = k_{//} = k_1 + k_2 = 100 + 150 = 250 \text{ N/m} \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một lò xo có chiều dài tự nhiên ℓ_0, độ cứng k_0. Cắt lò xo này thành hai lò xo có chiều dài ℓ_1, ℓ_2 thì độ cứng tương ứng của chúng là k_1, k_2. Biểu thức nào sau đây cho biết giá trị của k_1, k_2?

A. $k_1 = \frac{k_0.\ell_1}{\ell_0}$ và $k_2 = \frac{k_0\ell_2}{\ell_0}$.

B. $k_1 = \frac{k_0}{\ell_0 - \ell_1}$ và $k_2 = \frac{k_0}{\ell_0 - \ell_2}$.

C. $k_1 = \frac{k_0.\ell_0}{\ell_1}$ và $k_2 = \frac{k_0.\ell_0}{\ell_2}$.

D. $k_1 = \frac{\ell_1.\ell_0}{k_0}$ và $k_2 = \frac{\ell_2.\ell_0}{k_0}$.

ĐỊA CHỈ: 100B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 36: Vật nặng trong con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T. Nếu lò xo bị cắt bớt một nửa thì chu kì dao động của con lắc mới là

A. T. **B.** 2T. **C.** $\frac{T}{2}$. **D.** $\frac{T}{\sqrt{2}}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với phần lò xo đã cắt $k' = \frac{kl}{l'} = \frac{kl}{l/2} = 2k$ nên ta có: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{T}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một lò xo có chiều dài l_0, độ cứng $k_0 = 20$ N/m được cắt làm ba đoạn bằng nhau. Lấy một trong ba đoạn rồi móc vật nặng khối lượng m = 0,6 kg. Sau khi kích thích, chu kì dao động của vật sẽ là

A. $\frac{\pi}{5}$s. **B.** $\frac{\pi}{6}$s. **C.** 5π s. **D.** 6π s.

Bài toán 2: Con lắc lò xo gồm vật nặng treo dưới lò xo dài, có chu kì dao động là 2s. Nếu lò xo bị cắt bớt $\frac{2}{3}$ chiều dài thì chu kì dao động của con lắc mới là bao nhiêu?

Bài toán 3: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì dao động là T. Để nguyên vật nặng, muốn chu kì mới của nó là 0,5T thì so với chiều dài ban đầu, cần cắt bớt lò xo đi một lượng

A. 50%. **B.** 25%. **C.** 40%. **D.** 75%.

Ví dụ 37: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang. Vật đang dao động điều hoà với chu kì T, biên độ A, khi vật đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định điểm chính giữa của lò xo lại. Bắt đầu từ thời điểm đó vật sẽ dao động điều hoà với biên độ mới là

A. 2A. **B.** $\frac{A}{2}$. **C.** $\frac{A}{\sqrt{2}}$. **D.** $A\sqrt{2}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Lúc đầu con lắc dao động với tất cả chiều dài lò xo ℓ có độ cứng k. Cơ năng của vật là $E = \frac{1}{2}kA^2$

+ Về sau con lắc dao động với phần chiều dài $\ell' = \frac{\ell}{2}$, nên độ cứng mới $k' = 2k$.

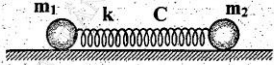
Cơ năng mới của vật là $E' = \frac{1}{2}k'A'^2 = \frac{1}{2}2kA'^2 = kA'^2$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Ta biết rằng cơ năng gồm động năng và thế năng, khi qua vị trí cân bằng thì thế năng bằng không, do đó ở VTCB cơ năng bằng động năng. Do động năng ở VTCB trước cũng như sau thời điểm giữ là không đổi nên cơ năng cũng không đổi $E' = E \Rightarrow kA'^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A' = \frac{A}{\sqrt{2}} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang. Vật đang dao động điều hoà với chu kì T, biên độ A, khi vật đi qua vị trí cân bằng thì người ta giữ cố định một điểm trên lò xo sao cho phần lò xo không tham gia vào sự dao động của vật bằng $\frac{2}{3}$ chiều dài lò xo ban đầu. Kể từ thời điểm đó vật sẽ dao động điều hoà với biên độ mới bằng bao nhiêu?

Ví dụ 38: Cho một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ dài tự nhiên $\ell_0 = 1$ m. Hai vật $m_1 = 600$ g và $m_2 = 1$ kg được gắn vào hai đầu A và B của lò xo. Chúng có thể di chuyển không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Gọi C là một điểm trên lò xo. Giữ cố định C và cho 2 vật dao động điều hòa thì thấy chu kì của chúng bằng nhau. Vị trí điểm C cách điểm A ban đầu một đoạn là



A. 37,5 cm. **B.** 62,5 cm. **C.** 40 cm. **D.** 60 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi giữ cố định C, ta có 2 con lắc. Theo đề ra $T_1 = T_2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k_2}}$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{k_1} = \frac{m_2}{k_2} \quad \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \quad \Rightarrow \frac{E\frac{S}{\ell_2}}{E\frac{S}{\ell_1}} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1000}{600} = \frac{5}{3} \quad (1)$$

+ Mặt khác: $\ell_1 + \ell_2 = \ell_0 = 100$ (2)

Từ (1) và (2) ta được $\ell_1 = 62,5$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 39: Hai lò xo có độ cứng $k_1 = 30$ N/m và $k_2 = 20$ N/m. Độ cứng tương đương của hệ hai lò xo khi mắc nối tiếp là

A. 12 N/m. **B.** 24 N/m. **C.** 50 N/m. **D.** 25 N/m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ cứng tương đương k_{nt} của hệ hai lò xo ghép nối tiếp được tính $\dfrac{1}{k_{nt}}=\dfrac{1}{k_1}+\dfrac{1}{k_2}$

$$\Rightarrow k_{nt}=\frac{k_1.k_2}{k_1+k_2}=\frac{30.20}{30+20}=\frac{600}{50}=12\ N/m$$ ⇒ *Đáp án A.*

Ví dụ 40: Vật nhỏ khối lượng m, khi mắc với lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với chu kì T_1. Khi mắc với lò xo có độ cứng k_2 m thì nó dao động với chu kì T_2. Nếu mắc lò xo k_1 nối tiếp k_2 rồi gắn vật m vào thì chu kì dao động của vật là

A. $T=T_1+T_2$.

B. $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$

C. $T=\sqrt{T_1^2-T_2^2}$

D. $T=\sqrt{T_2^2-T_1^2}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với dạng bài chu kì thay đổi theo độ cứng của từng lò xo, chỉ cần viết công thức tính độ cứng của hệ ghép và công thức tính chu kì cho từng trường hợp, qua các biểu thức đó, dễ dàng thu được mối quan hệ giữa các chu kì với nhau.

+ Các lò xo mắc nối tiếp nên $\dfrac{1}{k_{nt}}=\dfrac{1}{k_1}+\dfrac{1}{k_2}$ (*)

+ Từ $T_1=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1}}\Rightarrow\dfrac{1}{k_1}=\dfrac{T_1^2}{4\pi^2m}$. Tương tự cũng có $\dfrac{1}{k_2}=\dfrac{T_2^2}{4\pi^2m}$ và $\dfrac{1}{k_{nt}}=\dfrac{T_{nt}^2}{4\pi^2m}$

rồi thay chúng tương ứng vào (*) ta được: $\dfrac{T_{nt}^2}{4\pi^2m}=\dfrac{T_1^2}{4\pi^2m}+\dfrac{T_2^2}{4\pi^2m}$

$\Rightarrow T_{nt}=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$ ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Vật nhỏ khối lượng m, khi mắc với lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với chu kì T_1. Khi mắc với lò xo có độ cứng k_2 m thì nó dao động với chu kì T_2. Nếu mắc lò xo k_1 song song k_2 rồi gắn vật m vào thì chu kì dao động của vật được tính theo biểu thức

A. $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$ **B.** $\dfrac{1}{T^2}=\dfrac{1}{T_1^2}-\dfrac{1}{T_2^2}$ **C.** $\dfrac{1}{T}=\dfrac{1}{T_1}+\dfrac{1}{T_2}$ **D.** $\dfrac{1}{T^2}=\dfrac{1}{T_1^2}+\dfrac{1}{T_2^2}$

↪ *Như trên ta thấy, 4 đại lượng $T_1, T_2, T_{nt}, T_{//}$ có mối quan hệ với nhau. Vậy, ngược lại, nếu bài toán cho $T_{nt}, T_{//}$ liệu có tìm được T_1, T_2 hay không?*

✍ ***Chú ý:*** Nên nhớ các mối liên hệ ở trên để giải nhanh bài toán trắc nghiệm.

Ví dụ 41: Một vật m gắn với một lò xo thì nó dao động với chu kì 2 s. Cắt lò xo này ra làm hai phần bằng nhau rồi mắc song song và treo vật vào thì chu kì dao động của vật là

A. 0,5 s. **B.** 1 s. **C.** 2 s. **D.** 4 s.

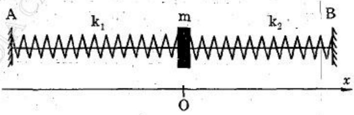
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi chưa cắt lò xo, chu kì của vật $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

+ Khi cắt đôi lò xo, mỗi lò xo nhỏ có độ cứng $k_1 = k_2 = 2k$, chúng lại được ghép song song nên độ cứng của hệ 2 lò xo nhỏ là $k_{//} = k_1 + k_2 = 2k + 2k = 4k$, chu kì mới của vật $T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{//}}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}} = \frac{1}{2}2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2}.2 = 1s$ $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Một số ví dụ nâng cao, tham khảo:

Ví dụ 42: Hai lò xo L_1, L_2 có chiều dài tự nhiên $\ell_{01} = 50cm$, $\ell_{02} = 45cm$ và độ cứng $k_1 = 100$ N/m, $k_2 = 150$ N/m móc với vật m = 100g có kích thước không đáng kể vào hai điểm cố định AB cách nhau 100 cm như hình vẽ. Chọn gốc O trùng VTCB, chiều dương từ A đến B. Kích thích dao động bằng cách kéo vật tới vị trí để lò xo L_1 không biến dạng rồi truyền cho vật vận tốc v = 1,5 m/s theo chiều từ B đến A. Chọn lúc đó làm gốc thời gian, phương trình dao động của vật là



A. $x = 2\sqrt{2}\cos\left(50t + \frac{3\pi}{4}\right)$cm. **B.** $x = 2\sqrt{2}\cos\left(50t - \frac{\pi}{4}\right)$cm.

C. $x = 3\sqrt{2}\cos\left(50t + \frac{3\pi}{4}\right)$cm. **D.** $x = 3\sqrt{2}\cos\left(50t - \frac{\pi}{4}\right)$cm.

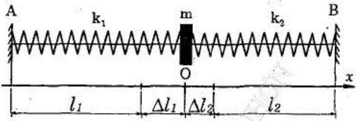
Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Có: $\omega = \sqrt{\frac{k_h}{m}} = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,1}} = 50$ (rad/s)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Vì $50+45=95<100$ tức $\ell_{01}+\ell_{02}<AB$ nên khi vật ở vị trí cân bằng, hai lò xo đều bị dãn những đoạn $\Delta\ell_1$, $\Delta\ell_2$ được tính từ:

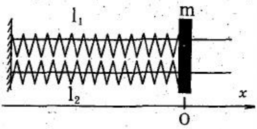

A
k₁
m
k₂
B
O
x
l₁
Δl₁
Δl₂
l₂

$$\begin{cases}\Delta\ell_1+\Delta\ell_2=AB-(\ell_{01}+\ell_{02})\\ F_1=F_2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\Delta\ell_1+\Delta\ell_2=5\\ 100\Delta\ell_1=150\Delta\ell_2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\Delta\ell_1=3\text{cm}\\ \Delta\ell_2=2\text{cm}\end{cases}$$

Tại $t=0$: $\begin{cases}x=A\cos\varphi=-3\text{cm}\\ v=-A\omega\sin\varphi=-150\text{ cm/s}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A\cos\varphi=-3\\ A\sin\varphi=3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A=3\sqrt{2}\text{cm}\\ \varphi=\dfrac{3\pi}{4}\end{cases}$

Vậy phương trình dao động $x=3\sqrt{2}\cos\left(50t+\dfrac{3\pi}{4}\right)$cm ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 43: Lò xo ban đầu có độ cứng $k_0=60$ N/m, chiều dài $\ell_0=50$cm, được cắt thành hai lò xo ℓ_1 và ℓ_2 theo tỉ lệ $\dfrac{\ell_1}{\ell_2}=\dfrac{3}{2}$. Sau đó hai lò xo này được ghép với vật nhỏ có khối lượng m = 100g như hình vẽ. Chọn gốc O trùng VTCB, chiều dương từ trái qua phải. Kích thích dao động bằng cách kéo vật tới vị trí để lò xo ℓ_2 không bị biến dạng rồi truyền cho vật vận tốc ban đầu $v=2\sqrt{3}$ m/s theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là



A. $x=5\cos\left(50t+\dfrac{\pi}{6}\right)$cm.

B. $x=5\cos\left(50t-\dfrac{2\pi}{3}\right)$cm.

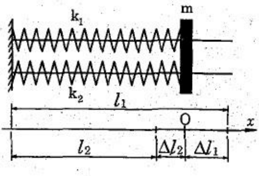
C. $x=8\cos\left(50t-\dfrac{2\pi}{3}\right)$cm.

D. $x=8\cos\left(50t+\dfrac{\pi}{6}\right)$cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Dễ dàng tính được: $\ell_1=30$cm; $\ell_2=20$cm và $k_1=100$N/m, $k_2=150$N/m

+ Vì $\ell_1>\ell_2$ nên khi vật ở vị trí cân bằng lò xo 1 bị nén $\Delta\ell_1$, và lò xo 2 bị giãn $\Delta\ell_2$ được xác định


k₁
m
k₂
l₁
O
x
l₂
Δl₂
Δl₁

$$\begin{cases}\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = (\ell_1 - \ell_2)\\ F_1 = F_2\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = 10\\ 100\Delta\ell_1 = 150\Delta\ell_2\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\Delta\ell_1 = 6\text{cm}\\ \Delta\ell_2 = 4\text{cm}\end{cases}$$

+ Phương trình dao động của vật có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Có: $\omega = \sqrt{\frac{k_h}{m}} = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,1}} = 50$ (rad/s).

Tại t = 0 thì: $\begin{cases}x = A\cos\varphi = -4\text{cm}\\ v = -A\omega\sin\varphi = 200\sqrt{3}\ \text{cm/s}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}A\cos\varphi = -4\\ A\sin\varphi = -4\sqrt{3}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}A = 8\text{cm}\\ \varphi = -\frac{2\pi}{3}\end{cases}$

⇒ Phương trì

b) Phương trình dao động của hệ có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Với: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m+M}} = \sqrt{\dfrac{20}{0,8}} = 5$ (rad/s)

Vị trí kích thích dao động là VTCB của M, cách vị trí cân bằng của hệ vật (M + m) một đoạn $x = \Delta\ell_{M+m} - \Delta\ell_{M} = \dfrac{(M+m)g}{k} - \dfrac{Mg}{k} = \dfrac{mg}{k} = \dfrac{0,2.10}{20} = 0,1$ (m)

Tại t = 0 ta có: $\begin{cases} x = A\cos\varphi = -10 \\ v = -A\omega\sin\varphi = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = -10 \\ A\sin\varphi = -10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 10\sqrt{2}\text{cm} \\ \varphi = -\dfrac{3\pi}{4} \end{cases}$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động $x = 10\sqrt{2}\cos\left(5t - \dfrac{3\pi}{4}\right)$cm.

c) Các lực tác dụng lên vật m gồm P và N nên ta có: $\vec{N} + \vec{P} = m\vec{a}$.

Chiếu lên trục Ox ta được: $-N + P = ma$

$\Rightarrow N = P + mA\omega^2\cos(\omega t + \varphi) = mg + mA\omega^2\cos(\omega t + \varphi)$

Vật m sẽ không rời khỏi vật M $\Leftrightarrow N \geq 0$, điều này sẽ luôn thỏa mãn nếu $N_{min} \geq 0$.

Do $-1 \leq \cos(\omega t + \varphi) \leq 1 \Rightarrow N_{min} = mg - mA\omega^2$

Vậy: $mg - mA\omega^2 \geq 0 \Rightarrow A \leq \dfrac{g}{\omega^2} \Rightarrow A_{max} = \dfrac{g}{\omega^2} = \dfrac{10}{5^2} = 0,4(m) = 40$ (cm).

Ví dụ 45: Một con lắc lò xo được treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m = 1kg, lò xo nhẹ có độ cứng k = 100N/m. Đặt giá B nằm ngang đỡ vật m để lò xo có chiều dài tự nhiên. Cho giá B chuyển động đi xuống với gia tốc $a = 2\text{m/s}^2$ không vận tốc ban đầu.

a. Tính thời gian từ khi giá B bắt đầu chuyển động cho đến khi vật rời giá B.

b. Chọn trục tọa độ có phương thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng của vật, gốc thời gian là lúc vật rời giá B. Viết phương trình dao động điều hòa của vật?

Phân tích và hướng dẫn giải:

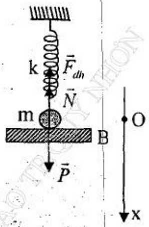
a. Với vật m, theo hệ quả định luật II Niutơn ta có: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{dh} = m\vec{a}$

Chiếu lên trục Ox được: $mg - N - k\Delta l = ma$

Khi vật rời giá thì N = 0 suy ra: $\Delta l = \dfrac{m(g - a)}{k} = 0,08$m

Như vậy quãng đường vật đi được cho đến khi rời giá S = 0,08m.

Vì $S = \frac{at^2}{2}$ nên thời gian cần tìm là $t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = 0,283\text{ s}$



b. Viết phương trình dao động

- Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10\text{ rad/s}$

- Khi vật m ở VTCB, lò xo giãn: $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = 0,1\text{ m}$

Vận tốc của vật khi rời giá là: $v_0 = at = 40\sqrt{2}$ cm/s

Vị trí của vật khi rời giá là: $x_0 = \Delta l - \Delta l_0 = 0,08 - 0,1 = -0,02\text{m} = -2\text{cm}$

Nên biên độ của dao động: $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = 6\text{ cm}$

- Tại t = 0 thì $6\cos\varphi = -2$ và $v > 0$ suy ra $\varphi = -1,91$ rad

Vậy phương trình dao động là: $x = 6\cos(10t - 1,91)$ (cm)

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một vật dao động điều hòa theo một trục cố định (mốc thế năng ở vị trí cân bằng) thì

A. động năng của vật cực đại khi gia tốc của vật có độ lớn cực đại.

B. khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, vận tốc và gia tốc của vật luôn cùng dấu.

C. khi ở vị trí cân bằng, thế năng của vật bằng cơ năng.

D. thế năng của vật cực đại khi vật ở vị trí biên.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Câu 2: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc 10 rad/s. Biết rằng khi động năng và thế năng (mốc ở vị trí cân bằng của vật) bằng nhau thì vận tốc của vật có độ lớn bằng 0,6 m/s. Biên độ dao động của con lắc là

A. 6 cm. **B.** $6\sqrt{2}$ cm. **C.** 12 cm. **D.** $12\sqrt{2}$ cm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Câu 3: Một con lắc lò xo (m = 0,2kg) thẳng đứng dao động điều hoà. Chiều dài tự nhiên của lò xo là $\ell_0 = 30$ cm. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Khi lò xo có chiều dài $\ell = 28$ cm thì vận tốc vật bằng không và lúc đó lực đàn hồi có độ lớn F = 2 N. Năng lượng dao động của vật là

A. 1,5J. **B.** 0,08J. **C.** 0,02J. **D.** 0,1J.

Câu 4: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng có khối lượng m = 100g và lò xo khối lượng không đáng kể. Chọn gốc toạ độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng lên. Biết con lắc dao động theo phương trình: $x = 4\cos\left(10t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm. Lấy g = 10m/s^2. Độ lớn lực đàn hồi tác dụng vào vật nặng tại thời điểm vật đã đi được quãng đường S = 3cm kể từ t = 0 là

A. 0,9N. **B.** 1,2N. **C.** 1,6N. **D.** 2N.

Câu 5: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, đầu dưới móc vật có khối lượng m = 0,5kg. Trong hệ trục tọa độ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới, phương trình dao động của vật có dạng $x = 10\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm. Lấy $g = \pi^2 = 10$m/s^2. Lực đàn hồi (F_{dh}) tác dụng vào giá treo và lực phục hồi (F_{ph}) tác dụng vào vật ở thời điểm t = 1,25s là

A. $F_{dh} = 1,5$N; $F_{ph} = 0$N. **B.** $F_{dh} = 2,5$N; $F_{ph} = 2$N.

C. $F_{dh} = 7$N; $F_{ph} = 2$N. **D.** $F_{dh} = 2$N; $F_{ph} = 1,5$N.

Câu 6: Một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 30$cm, k = 100N/m, đầu trên cố định, đầu dưới treo vật nhỏ m = 400g. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng $\sqrt{2}$ cm và truyền cho vật vận tốc $10\sqrt{5}$ cm/s để vật dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ là vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống, t = 0 lúc vật qua li độ x = +1cm và dịch chuyển theo chiều dương. Lấy $\pi^2 = 10$. Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu khảo sát dao động đến lúc lò xo bị dãn 3 cm lần thứ hai là

A. 12 cm/s. **B.** 7,5 cm/s. **C.** 18cm/s. **D.** 6cm/s.

Câu 7: Một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với tần số góc ω = 20 rad/s tại vị trí có gia tốc trọng trường g = 10m/s^2. Khi qua vị trí x = 2 cm vật có vận tốc $v = 40\sqrt{3}$ cm/s. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động có độ lớn

A. $F_{min} = 0,2$ N **B.** $F_{min} = 0,4$ N **C.** $F_{min} = 0,1$ N **D.** $F_{min} = 0$

Câu 8: Một lò xo khối lượng không đáng kể, có chiều dài tự nhiên $\ell_0 = 135$ cm, được treo thẳng đứng, đầu trên được giữ cố định, đầu còn lại gắn quả cầu nhỏ m. Chọn trục Ox thẳng đứng, gốc toạ độ tại vị trí cân bằng của vật, chiều dương hướng xuống. Biết quả cầu dao động điều hòa với phương trình $x = 8\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$ (cm) và trong quá trình dao động tỉ số giữa độ lớn lớn nhất và nhỏ nhất của lực đàn hồi của lò xo là $\frac{7}{3}$. Lấy g = 10 m/s^2. Chiều dài của lò xo tại thời điểm t = 1,41 s là

A. 159 cm. **B.** 162,12 cm. **C.** 107,88 cm. **D.** 147,88 cm.

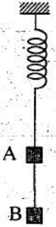
Câu 9: Một con lắc lò xo nằm ngang được kích thích dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Kể từ thời điểm ban đầu t = 0, vectơ vận tốc và gia tốc sẽ cùng chiều dương Ox trong khoảng thời gian

A. $0 < t < 0{,}1$s. **B.** $0{,}1s < t < 0{,}2s$. **C.** $0{,}2s < t < 0{,}3s$. **D.** $0{,}3s < t < 0{,}4s$.

Câu 10: Hai vật m_1 và m_2 được nối với nhau bằng một sợi chỉ, và chúng được treo bởi một lò xo có độ cứng k (lò xo nối với m_1). Khi hai vật đang ở vị trí cân bằng người ta đốt đứt sợi chỉ sao cho vật m_2 rơi xuống thì vật m_1 sẽ dao động điều hoà với biên độ

A. $\frac{m_2 g}{k}$. **B.** $\frac{(m_1 + m_2)g}{k}$. **C.** $\frac{m_1 g}{k}$. **D.** $\frac{|m_1 - m_2|g}{k}$.

Câu 11: Hai vật A và B lần lượt có khối lượng là 2m và m được nối với nhau và treo vào một lò xo thẳng đứng bằng các sợi dây mảnh, không dãn. g là gia tốc rơi tự do. Khi hệ đang đứng yên ở vị trí cân bằng, người ta cắt đứt dây nối hai vật. Gia tốc của A và B ngay sau khi dây đứt lần lượt là



A. $\frac{g}{2}$ và $\frac{g}{2}$. **B.** g và $\frac{g}{2}$.

C. $\frac{g}{2}$ và g. **D.** g và g.

Câu 12: Treo quả cầu bằng đồng vào một lò xo và cho nó dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Người ta đo được chu kì dao động của nó là T_1. Thay quả cầu trên bằng một quả cầu bằng nhôm cùng kích thước. Người ta đo được chu kì dao động điều hòa của quả cầu này là T_2. Cho biết khối lượng riêng của đồng và nhôm lần lượt là $\rho_đ = 8{,}9 g/cm^3$, $\rho_{nh} = 2{,}7.10^3 kg/m^3$. Tỉ số của $\frac{T_1}{T_2}$ là

A. 0,06. **B.** 3,3. **C.** 1,8. **D.** 0,55.

Câu 13: Trong một thang máy đứng yên có treo một con lắc lò xo. Con lắc gồm vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k. Ở thời điểm t nào đó khi con lắc đang dao động, thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều theo phương thẳng đứng đi lên. Nhận xét nào sau đây là đúng?

A. Nếu tại thời điểm t con lắc ở vị trí biên trên thì biên độ dao động giảm đi.

B. Nếu tại thời điểm t con lắc ở vị trí biên dưới thì biên độ dao động tăng lên.

C. Nếu tại thời điểm t con lắc qua vị trí cân bằng thì biên độ dao động sẽ không thay đổi.

D. Nếu tại thời điểm t con lắc qua vị trí cân bằng thì biên độ dao động sẽ tăng lên.

Câu 14: Con lắc lò xo treo thẳng đứng, tại vị trí cân bằng lò xo dãn một đoạn là $\Delta\ell_0$. Kích thích để quả nặng dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với chu kì T. Thời gian lò xo bị nén trong một chu kì là $\frac{T}{4}$. Biên độ dao động của vật bằng

A. $\frac{3}{\sqrt{2}}\Delta\ell_0$. **B.** $\sqrt{2}\Delta\ell_0$. **C.** $\frac{3}{2}\Delta\ell_0$. **D.** $2\Delta\ell_0$.

Câu 15: Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m = 200g treo vào đầu một lò xo nhẹ có độ cứng k = 50N/m. Đầu trên của lò xo được treo cố định bởi một sợi dây mềm. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng một đoạn Δl rồi thả nhẹ cho vật dao động. Lấy $g = 10m/s^2$. Muốn cho vật dao động điều hòa thì

A. $\Delta l > 5cm$ **B.** $\Delta l > 4cm$ **C.** $\Delta l \le 4cm$ **D.** $4cm < \Delta l \le 5cm$

Câu 16: Một con lắc lò xo gồm vật M và lò xo có độ cứng k đang dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang, nhẵn với biên độ A_1. Đúng lúc vật M đang ở vị trí biên thì một vật m có khối lượng bằng khối lượng vật M, chuyển động theo phương ngang với vận tốc v_0 bằng vận tốc cực đại của vật M, đến va chạm với M. Biết va chạm giữa hai vật là đàn hồi xuyên tâm, sau va chạm vật M tiếp tục dao động điều hòa với biên độ A_2. Tỉ số biên độ dao động $\frac{A_1}{A_2}$ của vật M trước và sau va chạm là

A. $\frac{1}{2}$. **B.** $\frac{\sqrt{3}}{2}$. **C.** $\frac{2}{3}$. **D.** $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Câu 17: Một con lắc lò xo nằm ngang, vật nhỏ khối lượng m đang dao động điều hòa với biên độ A. Khi vật đang ở li độ $x = A$, người ta nhẹ nhàng thả lên m một vật khác cùng khối lượng và hai vật dính chặt vào nhau. Biên độ dao động mới của con lắc là

A. $\frac{A}{\sqrt{2}}$. **B.** A. **C.** $A\sqrt{2}$. **D.** $\frac{A}{2}$.

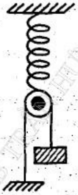
Câu 18: Một vật nhỏ khối lượng m đặt trên một tấm ván nằm ngang hệ số ma sát nghỉ giữa vật và tấm ván là $\mu = 0,2$. Cho tấm ván dao động điều hoà theo phương ngang với tần số $f = 2Hz$. Để vật không bị trượt trên tấm ván trong quá trình dao động thì biên độ dao động của tấm ván không được lớn hơn

A. 1,5cm. **B.** 1,25cm. **C.** 2,15cm. **D.** 2,5cm

Câu 19: Trong dao động điều hoà của một vật trong con lắc lò xo, thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp vật đi qua vị trí động năng bằng thế năng là 0,66s. Giả sử tại một thời điểm vật đi qua vị trí có thế năng W_t, động năng $W_đ$ và sau đó thời gian Δt vật đi qua vị trí có động năng tăng gấp 3 lần, thế năng giảm 3 lần. Giá trị nhỏ nhất của Δt bằng

A. 0,88s. **B.** 0,22s. **C.** 0,44s. **D.** 0,11s.

Câu 20: Cơ hệ bố trí như hình vẽ, khối lượng ròng rọc động không đáng kể, bỏ qua mọi ma sát, sau khi kích thích, vật dao động điều hòa với chu kì



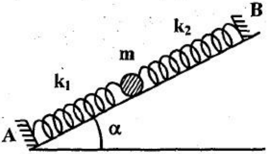
A. $T = \pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$.

B. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$.

C. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$.

D. $T = 4\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$.

Câu 21: Cơ hệ bố trí như hình vẽ, bỏ qua mọi ma sát, sau khi kích thích, vật dao động điều hòa với tần số góc



A. $\omega = \sqrt{\dfrac{(k_1 + k_2)}{k_1.k_2.m}}$

B. $\omega = \sqrt{\dfrac{(k_1 + k_2)}{m}}$

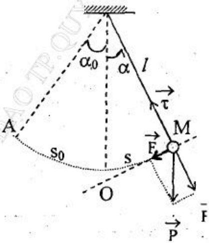
C. $\omega = \sqrt{\dfrac{(k_1 + k_2)}{m.\sin\alpha}}$

D. $\omega = \sqrt{\dfrac{k_1.k_2}{(k_1 + k_2).m}}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 3: CON LẮC ĐƠN

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN



Khi biên độ góc của con lắc nhỏ ($\alpha_0 \le 10^o$), dao động của vật được coi gần đúng là dao động điều hòa. Phương trình dao động có thể viết theo cung $s = S_0.\cos(\omega t + \varphi)$ hoặc theo góc

$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$

với $s = l\alpha$ và $S_0 = l\alpha_0$.

$$\boxed{S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \qquad \boxed{\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{g\ell}}$$

$a = -\omega^2 s = -\omega^2\alpha l$

a. Dạng bài tính tần số góc, chu kì, tần số khi biết độ dài *l*, gia tốc g

$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}}\ ;\ \boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}\ ;\ \boxed{f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}}$$

Chu kì T con lắc tỉ lệ thuận với $\sqrt{l}$, tỉ lệ nghịch với $\sqrt{g}$

b. Dạng bài thay đổi chiều dài dây treo *l*

- Trong cùng khoảng thời gian t, hai con lắc thực hiện N_1 và N_2 dao động

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow \frac{g}{l} = \omega^2 = (2\pi f)^2 = \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

- Thay đổi chiều dài con lắc $\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \frac{l_2}{l_1} = \frac{l_1 \pm \Delta l}{l_1}$

$$l_3 = l_1 \pm l_2 \Rightarrow T_3^2 = T_1^2 \pm T_2^2$$

c. Dạng bài tính vận tốc vật ở li độ góc α bất kì

$$\boxed{v_\alpha = \pm\sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}}$$

Lưu ý: + Nếu $\alpha_0 \le 10^o$ thì có thể tính gần đúng: $v_\alpha = \pm\sqrt{g\ell\left(\alpha_0^2 - \alpha^2\right)}$

+ khi vật qua vị trí cân bằng $v_{VTCB} = v_{max} = \sqrt{2gl\left(1 - \cos\alpha_0\right)}$

Và nếu $\alpha_0 \le 10^o$ thì $v_{max} = \alpha_0\sqrt{gl} = \omega S_0$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 [illegible] 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

d. Dạng bài tính lực căng dây ở li độ góc α bất kì

$$\boxed{\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)}$$

Lưu ý: Khi qua vị trí cận bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$

Khi đến vị trí biên: $\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0 \Rightarrow \tau_{min} = mg\cos\alpha_0$

Nếu α_0 nhỏ thì có thể viết: $\tau_C = mg(1 - 1,5\alpha^2 + \alpha_0^2)$

$$\Rightarrow \tau_{max} = mg(1 + \alpha_0^2) \text{ và } \tau_{min} = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$$

e. Dạng bài liên quan đến năng lượng dao động. Tính động năng, thế năng

Động năng: $E_đ = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

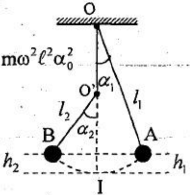
Thế năng: $E_{t\alpha} = mgh_\alpha = mg\ell(1 - \cos\alpha)$ Với $h_\alpha = l(1 - \cos\alpha)$

(Chọn mốc thế năng khi vật ở vị trí cân bằng)

Cơ năng: $E = E_đ + E_t = mgl(1 - \cos\alpha_0) = E_{đmax} = E_{tmax}$

Do α_0 nhỏ nên cơ năng có thể viết:

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2S_0^2 = \frac{1}{2}\frac{mg}{\ell}S_0^2 = \frac{1}{2}mg\ell\alpha_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2\ell^2\alpha_0^2$$



f. Độ cao con lắc vướng đinh so với VTCB

$h_1 = l_1(1-\cos\alpha_1)$, $h_2 = l_2(1-\cos\alpha_2)$

Vì cơ năng không đổi nên $h_1 = h_2 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{1-\cos\alpha_2}{1-\cos\alpha_1}$

g. Dạng bài liên quan đến sự nhanh chậm của đồng hồ quả lắc

Về tư duy:

+ Chu kì của con lắc đơn $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ tỉ lệ thuận với căn bậc hai của chiều dài, mà chiều dài sợi dây phụ thuộc vào nhiệt độ $l = l_0(1 + \alpha t)$. Nếu đồng hồ dùng con lắc đơn làm hệ đếm thời gian, khi nhiệt độ thay đổi sẽ làm chu kì thay đổi, đồng hồ sẽ bị chạy nhanh lên hoặc chậm lại.

+ Chu kì tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc rơi tự do, gia tốc phụ thuộc vào vị trí $g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$ nên khi thay đổi vị trí, chu kì cũng sẽ thay đổi.

Về phương pháp giải: Gọi $T_đ$, T_s là chu kì chạy đúng và sai của đồng hồ.

Nếu $T_s > T_đ$, đồng hồ chạy chậm lại.

Nếu $T_s < T_đ$, đồng hồ chạy nhanh lên.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 100B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

Về các công thức tính nhanh lượng sai:

- *Lượng thời gian sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi độ cao:* $\boxed{\Delta t = \frac{t.h_{cao}}{R}}$
- *Lượng thời gian sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi độ sâu:* $\boxed{\Delta t = \frac{t.h_{sâu}}{2R}}$
- *Lượng sai lệch Δt trong thời gian t do thay đổi nhiệt độ:* $\boxed{\Delta t = \frac{t.\alpha}{2}\left|t_1^o - t_2^o\right|}$
- *Muốn trên núi cao đồng hồ vẫn đúng như khi ở mặt đất có nhiệt độ* t_1^o *thì*

$$T_s = T_đ \Rightarrow \sqrt{\frac{l_2}{g_2}} = \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{l}{l_2}} = \sqrt{\frac{g}{g_2}} \Rightarrow \boxed{\frac{\alpha}{2}\left(t_1^o - t_2^o\right) = \frac{h}{R}}$$

h. Dạng bài liên quan đến biến thiên chu kì nhỏ của con lắc đơn

$$\boxed{\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}} \quad (*)$$

Với dT, dl, dg, dt, dh là các **biến thiên nhỏ** của chu kì, chiều dài, gia tốc, nhiệt độ, độ cao.

Giá trị $\frac{dT}{T}$ phụ thuộc vào 5 số hạng:

$\frac{d\ell}{2\ell}$ là do cắt ghép cơ học (nối dài thêm hoặc cắt bớt đi)

$-\frac{dg}{2g}$ là do thay đổi vị trí ; $\frac{\alpha.dt}{2}$ là do thay đổi nhiệt độ

$\frac{dh_{cao}}{R}$ là do thay đổi độ cao ; $\frac{dh_{sâu}}{2R}$ là do thay đổi độ sâu

Dùng biểu thức (*) để tính nhanh với chú ý rằng, đại lượng nào không thay đổi thì biến thiên của nó bằng 0.

Chẳng hạn, nếu không có biến thiên độ cao, độ sâu thì $dh_{cao} = 0$ và $dh_{sâu} = 0$, lúc đó $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2}$.

✍ ***Chú ý:*** *Bài toán ở mục g liên quan đến sự nhanh chậm của đồng hồ, nếu dùng công thức* $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$ *sẽ tổng quát và cho kết quả nhanh hơn.*

i. Dạng bài liên quan đến sự trùng phùng của hai con lắc

Hai con lắc dao động với chu kì khác nhau T_1 và T_2. Khi vật nặng của hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng và chuyển động cùng chiều thì ta nói xảy ra trùng phùng. Khoảng thời gian t giữa hai lần trùng phùng liên tiếp được xác định theo biểu thức $t = \dfrac{T_1T_2}{|T_1 - T_2|}$ hoặc $t = bT_1 = aT_2$ trong đó $\dfrac{T_1}{T_2} =$ Phân số tối giản $= \dfrac{a}{b}$

k. Dạng bài liên quan đến con lắc đơn chịu thêm ngoại lực

Khi con lắc đơn chịu thêm các lực khác như lực điện trường, lực từ, lực quán tính..., lúc này con lắc đơn sẽ dao động với chu kì mới và có thể có vị trí cân bằng mới.

– Vị trí cân bằng mới có phương dây treo trùng với phương của trọng lực hiệu dụng

$$\vec{P}_{hd} = \vec{P} + \vec{F}$$

– Chu kì mới $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}}$. Trong đó g' là gia tốc hiệu dụng: $\vec{g}' = \vec{g} + \vec{a}$

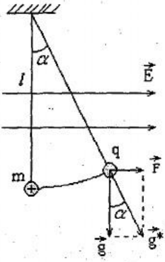
* **Lực điện trường** khi vật nặng nhiễm điện q đặt trong điện trường E.

+ Điện trường thẳng đứng:

Nếu $\vec{F}\uparrow\uparrow\vec{P}$: $P_1 = P + F$; $\left(\dfrac{T_1}{T_o}\right)^2 = \dfrac{g}{g_1} = \dfrac{P}{P+F}$

Nếu $\vec{F}\uparrow\downarrow\vec{P}$: $P_2 = P - F$; $\left(\dfrac{T_2}{T_o}\right)^2 = \dfrac{g}{g_2} = \dfrac{P}{P-F}$

+ Điện trường nằm ngang:



$$g' = \frac{P'}{m} = \frac{\sqrt{P^2 + F^2}}{m} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$$

$$T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_3}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\dfrac{g}{\cos\alpha}}} = T_0\sqrt{\cos\alpha}$$

Với $\tan\alpha = \dfrac{F}{mg}$

* **Lực quán tính** khi con lắc đặt trong thang máy hoặc trên xe chuyển động có gia tốc a. Ngoài trọng lực $\vec{P}$ vật còn chịu thêm lực quán tính $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$.

+ Chuyển động nhanh dần đều $\vec{a}\uparrow\uparrow\vec{v}$ ($\vec{v}$ có hướng chuyển động)

+ Chuyển động chậm dần đều $\vec{a}\uparrow\downarrow\vec{v}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

- Nếu đặt trong thang máy ⇒ $g' = g \pm a$.

- Nếu đặt trong ô tô chuyển động ngang ⇒ $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$

* **Lực đẩy Acsimet** $\vec{F}$ luôn thẳng đứng hướng lên khi bài toán tính đến lực này, biểu thức tính $F = DgV$

Ở đó: D là khối lượng riêng của chất lỏng hay chất khí.

V là thể tích của phần chất lỏng hay chất khí bị vật nặng chiếm chỗ.

Trong trường hợp này $g' = g - a$ với $a = \dfrac{F}{m}$.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì T = 2s tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9{,}81 m/s^2$. Chiều dài con lắc là

A. 0,994 m. **B.** 96,6 cm. **C.** 9,81 m. **D.** 0,2 m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Đây là bài toán mở đầu ở mức độ làm quen công thức $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$, *trong biểu thức này có 3 đại lượng, vì vậy biết 2 đại lượng bất kì ta sẽ tìm được đại lượng còn lại.*

Từ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} \Rightarrow l = \dfrac{T^2}{4\pi^2}.g = 0{,}994 \text{ m} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

↪ *Dùng con lắc đơn cỏ cho ta một cách đo gia tốc trọng trường được không?*

Ví dụ 2: Hai con lắc đơn có chu kì $T_1 = 2$ s và $T_2 = 2{,}5$ s. Chu kì của con lắc đơn có dây treo dài bằng hiệu chiều dài dây treo của hai con lắc trên là

A. 2,25 s. **B.** 1,5 s. **C.** 1,0 s. **D.** 0,5 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì chu kì T của con lắc đơn tỉ lệ thuận với $\sqrt{l}$ *,nên khi chiều dài thay đổi thì chu kì cũng thay đổi theo.*

Với l_1 ta có $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_1}{g}} \Rightarrow \dfrac{l_1}{g} = \dfrac{T_1^2}{4\pi^2}$. Tương tự với l_2 có $\dfrac{l_2}{g} = \dfrac{T_2^2}{4\pi^2}$

Vì $T_2 > T_1$ nên $l_2 > l_1 \Rightarrow T_- = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_-}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_2 - l_1}{g}} = \sqrt{T_2^2 - T_1^2} = 1{,}5$ s ⇒ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

➡ *Ở phần lí thuyết, có công thức tính nhanh, khi* $l_3 = l_1 \pm l_2$ *thì* $T_3^2 = T_1^2 \pm T_2^2$. *Vậy nếu cho* T_1 *và* T_3, *liệu có tính được* T_2?

➡ *Khi* $\ell_4 = \ell_1.\ell_2$ *hoặc* $\ell_5 = \dfrac{\ell_1}{\ell_2}$, *đề nghị bạn đọc viết tiếp mối liên hệ giữa* T_4 *hoặc* T_5 *với* T_1 *và* T_2. *Sau đó nên nhớ các mối liên hệ trên để giải quyết nhanh các bài toán trắc nghiệm.*

Bài tập vận dụng: Tại cùng 1 nơi có gia tốc trọng trường g, hai con lắc đơn chiều dài lần lượt là l_1 và l_2, có chu kì dao động riêng lần lượt là T_1 và T_2, chu kì dao động riêng của con lắc thứ ba có chiều dài bằng tích chiều dài của hai con lắc nói trên là

A. $T = \dfrac{T_1}{T_2}$. **B.** $T = \dfrac{\sqrt{g}T_1}{2\pi T_2}$. **C.** $T = \dfrac{\sqrt{g}T_1T_2}{2\pi}$. **D.** $T = T_1.T_2$.

Ví dụ 3: Một con lắc đơn có chiều dài *l*. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện được 12 dao động. Khi giảm chiều dài đi 32 cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt nói trên, con lắc thực hiện được 20 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 30 cm. **B.** 40 cm. **C.** 50 cm. **D.** 60 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_1}{g}}$ (1); $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_2}{g}}$ (2) và $n_1T_1 = n_2T_2$ (3).

Từ (1), (2) và (3) ta được: $\sqrt{\dfrac{l_1}{l_2}} = \dfrac{n_2}{n_1} \Rightarrow \dfrac{l_1}{l_2} = \left(\dfrac{n_2}{n_1}\right)^2 \Rightarrow \dfrac{l_1}{l_1 - 32} = \left(\dfrac{n_2}{n_1}\right)^2 = \left(\dfrac{20}{12}\right)^2$

$\Rightarrow l_1 = 50$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Chú ý : Vì biến thiên lớn nên **không** được áp dụng công thức (*) mục h.

Bài tập vận dụng:

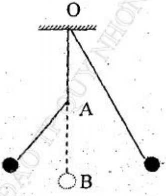
Bài toán 1: Một con lắc đơn có độ dài *l*. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện 12 dao động. Khi giảm độ dài của nó bớt 16 cm, trong cùng khoảng thời gian trên, con lắc thực hiện 20 dao động. Tính độ dài ban đầu của con lắc.

A. 30 cm. **B.** 25 cm. **C.** 40 cm. **D.** 35 cm.

Bài toán 2: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)* Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện 60 dao động; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian ấy, nó thực hiện 50 dao động. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144 cm. **B.** 60 cm. **C.** 80 cm. **D.** 100 cm.

Ví dụ 4: Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì dao động T. Nếu tại điểm A là trung điểm của đoạn OB người ta đóng một cái đinh để chặn một bên của dây thì chu kì dao động T' mới của con lắc là



A. $T' = T$.

B. $T' = T\left(\dfrac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}\right)$.

C. $T' = \dfrac{T}{\sqrt{2}}$.

D. $T' = \dfrac{T}{2}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi con lắc bị chặn một bên, trong một chu kì, con lắc sẽ trải qua 4 giai đoạn, trong đó có:

2 giai đoạn xung quanh điểm treo O; mỗi giai đoạn là $\dfrac{T_O}{4}$

2 giai đoạn xung quanh điểm treo A, mỗi giai đoạn là $\dfrac{T_A}{4}$

⇒ *Chu kì* $T' = 2.\dfrac{T_O}{4} + 2.\dfrac{T_A}{4}$

+ Giả sử con lắc không bị chặn, con lắc sẽ dao động với điểm treo O nên có chiều dài ℓ và chu kì $T_O = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} = T$

+ Giả sử dây treo con lắc bị vướng vào điểm A, lúc này điểm treo sẽ là A, chiều dài của con lắc còn lại chỉ là $\dfrac{\ell}{2}$ nên sẽ có chu kì $T_A = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{2g}} = \dfrac{T_O}{\sqrt{2}} = \dfrac{T}{\sqrt{2}}$

Vậy chu kì sẽ là: $T' = 2.\dfrac{T_O}{4} + 2.\dfrac{T_A}{4} = \dfrac{1}{2}\left(T_O + T_A\right) = \dfrac{1}{2}\left(T + \dfrac{T}{\sqrt{2}}\right) = T\left(\dfrac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}\right)$

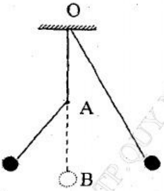
⇒ *Đáp án B.*

➥ *Nếu điểm A không phải là trung điểm của OB mà cách O một đoạn bất kì cho trước thì có tính được chu kì không?*

➥ *Nếu sợi dây mà vướng vào đinh thì chu kì được tính như thế nào? Qua đó cần phân biệt hai hiện tượng: dây treo bị vướng vào đinh và dây treo bị đinh chặn một bên.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì dao động T. Nếu tại điểm A là trung điểm của đoạn OB người ta đóng một cái đinh và sợi dây của con lắc bị vướng vào chiếc đinh này, chu kì dao động T' mới của con lắc là



A. T' = T.
B. $T' = T\left(\dfrac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}\right)$.

C. $T' = \dfrac{T}{\sqrt{2}}$.
D. $T' = \dfrac{T}{2}$.

Ví dụ 5: Biết khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng và bán kính Trái Đất gấp 3,7 lần bán kính Mặt Trăng. Ở mặt đất, con lắc đơn dao động với chu kì 2s. Hỏi rằng khi đưa con lắc đó lên Mặt Trăng (coi chiều dài dây treo không đổi) thì nó dao động với chu kì bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

Ở lớp 10 ta đã biết, gia tốc trọng trường được tính theo biểu thức $g = \dfrac{GM}{(R+h)^2}$.

Nên ở trên bề mặt Trái Đất và bề mặt Mặt Trăng, giá trị của chúng lần lượt sẽ là $g_1 = \dfrac{GM_1}{R_1^2}$ *và* $g_2 = \dfrac{GM_2}{R_2^2}$.

Chu kì ở Trái Đất: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell R_1^2}{GM_1}}$ còn ở Mặt Trăng: $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell R_2^2}{GM_2}}$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{R_1^2 M_2}{R_2^2 M_1}} = \frac{R_1}{R_2}\sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = 3,7\sqrt{\frac{1}{81}} = 0,411 \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{0,411} = 4,86\text{s}.$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng nhỏ hơn gia tốc trọng trường trên mặt đất 6 lần. Kim phút của đồng hồ quả lắc chạy một vòng ở mặt đất hết 1giờ. Ở Mặt Trăng kim phút quay một vòng hết

A. 6 h.
B. $\dfrac{1}{\sqrt{6}}$ h.
C. 2 h 27 ph.
D. $\dfrac{1}{6}$ h.

Bài toán 2: Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ Mặt Trăng đưa về Trái Đất mà không điều chỉnh lại. Cho biết gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng nhỏ hơn trên Trái Đất 6 lần. Theo đồng hồ này thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là bao nhiêu?

A. 9 giờ 47 phút 52 giây.
B. 58 giờ 47 phút 16 giây.
C. 14 giờ 12 phút 8 giây.
D. 40 giờ 47 phút 52 giây.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 - ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Ví dụ 6: Một con lắc đơn dao động nhỏ ở nơi có $g = 10\ m/s^2$ với chu kì $T = 2$ s trên quỹ đạo dài 24 cm. Tần số góc và biên độ góc có giá trị bằng

A. $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,24$ rad. **B.** $\omega = 2\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad.

C. $\omega = \pi$ rad/s ; $\alpha_0 = 0,24$ rad.. **D.** $\omega = \pi$ rad/s; $\alpha_0 = 0,12$ rad.

Phân tích và hướng dẫn giải

Bài toán ở mức độ làm quen các công thức tính đại lượng đặc trưng cho dao động, là cơ sở để viết phương trình dao động của vật.

+ $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{2} = \pi$ rad/s

+ Với con lắc đơn, lại có $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} \Rightarrow$ chiều dài con lắc $l = \dfrac{g}{\omega^2} = \dfrac{10}{\pi^2} = 1$ m

+ Biên độ dài $S_0 = 12$ cm = 0,12 m

$\Rightarrow$ Biên độ góc $\alpha_0 = \dfrac{S_0}{l} = \dfrac{0,12}{1} = 0,12$ rad $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 7: Con lắc đơn có chiều dài $l = 20$ cm. Tại thời điểm $t = 0$, từ vị trí cân bằng con lắc được truyền vận tốc 14 cm/s theo chiều dương của trục toạ độ. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$. Phương trình dao động của con lắc là

A. $s = 20\sin 7t$ (cm). **B.** $s = 2\cos\left(7t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

C. $s = 20\sin\left(7t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm). **D.** $s = 2\cos\left(7t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Hướng dẫn:

+ $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} = \sqrt{\dfrac{9,8}{0,2}} = \sqrt{49} = 7$ rad/s

+ Vị trí kích thích $s = l.\alpha = 20.\ 0 = 0$, thay số vào phương trình $S_0{}^2 = s^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ thu được $S_0 = 2$ cm.

+ Tại t = 0 có $\begin{cases} s_0 = 2\cos\varphi = 0 \\ v_0 = -14\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$ rad

Vậy $s = 2\cos\left(7t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm) $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

➥ *Bài toán viết phương trình dao động của con lắc đơn có khác gì với viết phương trình dao động điều hòa nói chung và phương trình dao động của con lắc lò xo hay không? Cần phải nắm vững thêm những kiến thức cơ sở nào?*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có dây treo dài 20 cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 0,1 rad rồi cung cấp cho nó vận tốc $10\sqrt{2}$ cm/s hướng theo phương vuông góc sợi dây. Bỏ qua mọi ma sát, lấy $g = 10$ m/s^2 và $\pi^2 = 10$. Biên độ dài của con lắc bằng

A. 2 cm. **B.** $2\sqrt{2}$ cm. **C.** 4 cm. **D.** $4\sqrt{2}$ cm.

Bài toán 2: Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng kim loại có khối lượng $m = 100$ g treo vào điểm A cố định bằng một sợi dây mảnh dài 1 m. Đưa quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng đến khi dây treo nghiêng với phương thẳng đứng góc $\alpha_0 = 9^0$ rồi buông ra nhẹ nhàng cho dao động điều hòa. Lấy $g = 10\ m/s^2$ và $\pi^2 = 10$. Chọn $t = 0$ lúc buông vật, chiều dương là chiều kéo vật ra lúc đầu. Phương trình dao động của con lắc là

A. $\alpha = \frac{1}{20}\sin\sqrt{2}t$ (rad). **B.** $\alpha = \frac{\pi}{20}\cos\pi t$ (rad)

C. $\alpha = \frac{1}{20}\cos\pi t$ (rad) **D.** $\alpha = \frac{\pi}{20}\sin\left(\sqrt{2}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (rad)

Ví dụ 8: Một con lắc đơn có dây treo dài 1 m và vật có khối lượng 1 kg dao động với biên độ góc $5{,}73^0$. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật, lấy $g = 10$ m/s^2. Cơ năng của con lắc là

A. 0,1 J. **B.** 0,01 J. **C.** 0,05 J. **D.** 0,5 J.

Phân tích và hướng dẫn giải

Cơ năng của con lắc có thể tính theo nhiều cách khác nhau:

$$E = E_đ + E_t = E_{đmax} = E_{tmax}$$

Nếu α_0 nhỏ thì có thể tính theo: $E = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2}\frac{mg}{\ell}S_0^2 = \frac{1}{2}m\omega^2\ell^2\alpha_0^2$

Tuy nhiên, ở bài toán này ta tính cơ năng thông qua thế năng cực đại nhanh hơn:

$E = E_{tmax} = mgl(1 - \cos\alpha_0)$. Thay số ta được $E = 0{,}05$ J ⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Hai con lắc đơn dao động điều hòa tại cùng một nơi trên Trái Đất, có năng lượng dao động bằng nhau. Quả nặng của chúng có cùng khối lượng. Chiều dài dây treo con lắc thứ nhất dài gấp đôi chiều dài dây treo con lắc thứ hai. Biên độ dài của con lắc thứ nhất là 2 cm. Biên độ dài của con lắc thứ hai là

A. 4 cm **B.** $4\sqrt{2}$ cm **C.** $2\sqrt{2}$ cm **D.** $\sqrt{2}$ cm.

Ví dụ 9: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc $\alpha_0 = 5^0$. Với li độ góc α bằng bao nhiêu thì động năng của con lắc gấp 2 lần thế năng?

A. $\alpha = \pm 3{,}45^0$. **B.** $\alpha = 2{,}89^0$. **C.** $\alpha = \pm 2{,}89^0$. **D.** $\alpha = 3{,}45^0$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: Chọn gốc thế năng là vị trí mà vật ở vị trí vật thấp nhất.

Từ định luật bảo toàn cơ năng, ta có $E_đ + E_t = E_{tmax}$ (1)

Theo đề ra, tại li độ góc α thì $E_đ = 2E_t$, thay vào (1) được: $3E_t = E_{tmax}$

$\Rightarrow 3mgh = mgh_0 \Rightarrow 3h = h_0 \Rightarrow 3.l(1 - \cos\alpha) = l(1 - \cos\alpha_0)$

$\cos\alpha = \dfrac{2 + \cos\alpha_0}{3}$ thay số ta được $\alpha = \pm 2{,}89^0 \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Cách 2: Cũng tương tự như phần bài tập của con lắc lò xo, khi động năng bằng n lần thế năng thì vật qua vị trí $\alpha = \pm\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}} = \pm\dfrac{5}{\sqrt{2+1}} = \pm\dfrac{5}{\sqrt{3}} = \pm 2{,}89^0$

Ví dụ 10: Tại nơi có gia tốc trọng trường g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0 nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc α của con lắc bằng

A. $\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$. **B.** $\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. **C.** $-\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. **D.** $\dfrac{-\alpha_0}{\sqrt{3}}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vị trí có động năng bằng thế năng được xác định $\alpha = \pm\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}} = \pm\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{1+1}} = \pm\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$

Vật đang chuyển động nhanh dần theo chiều dương, nói cách khác là vật đang chuyển động về vị trí cân bằng theo chiều dương ⇒ vật phải thuộc về phần âm của hệ trục tọa độ $\Rightarrow \alpha = -\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc α_0. Con lắc có thế năng bằng động năng của nó khi vật ở vị trí có li độ góc

A. $\alpha = \pm\dfrac{1}{2\sqrt{2}}\alpha_0$. **B.** $\alpha = \pm\dfrac{1}{2}\alpha_0$. **C.** $\alpha = \pm\dfrac{1}{4}\alpha_0$. **D.** $\alpha = \pm\dfrac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$.

Bài toán 2: Hai con lắc đơn có cùng khối lượng vật nặng, chiều dài dây treo lần lượt là $l_1 = 81$cm, $l_2 = 64$cm dao động với biên độ góc nhỏ tại cùng một nơi với cùng một năng lượng dao động. Biên độ góc của con lắc thứ nhất là $\alpha_{01} = 5^0$, biên độ góc α_{02} của con lắc thứ hai là

A. $5{,}625^0$. **B.** $3{,}951^0$. **C.** $6{,}328^0$. **D.** $4{,}445^0$.

Ví dụ 11: Một con lắc đơn chiều dài l, dao động điều hoà tại một nơi có gia tốc rơi tự do g với biên độ góc α_0. Lúc vật đi qua vị trí có li độ góc α, nó có vận tốc là v. Biểu thức nào sau đây đúng?

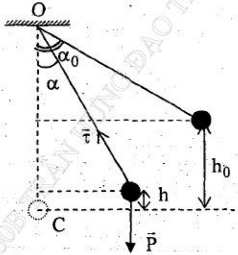
A. $\frac{v^2}{gl} = {\alpha_0}^2 - \alpha^2$.

B. $\alpha^2 = \alpha_0^2 - glv^2$.

C. $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$.

D. $\alpha^2 = \alpha_0^2 - \frac{v^2 g}{l}$.

Phân tích và hướng dẫn giải



Từ định luật bảo toàn cơ năng cho ta phương trình

$E_đ + E_t = E_{tmax}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgh = mgh_0$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha) = mgl(1-\cos\alpha_0)$

⇒ Vận tốc vật khi ở li độ góc α bất kì:

$$v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

Vì con lắc đơn dao động điều hoà nên các góc α_0 và α đều nhỏ ⇒ có thể lấy gần đúng:

$$\cos\alpha_0 = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx 1 - \frac{\alpha_0^2}{2} \text{ và } \cos\alpha = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha}{2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$\Rightarrow v^2 = 2gl\left(\frac{\alpha_0^2}{2} - \frac{\alpha^2}{2}\right) = gl\left(\alpha_0^2 - \alpha^2\right) \Rightarrow$ *Đáp án A*

Để hiểu nguồn gốc và cách thiết lập, ví dụ trên được trình bày theo tinh thần diễn giải. Tuy nhiên, để làm nhanh, các bạn chỉ cần nhớ công thức gốc $v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$ *rồi biến đổi gần đúng trường hợp góc nhỏ.*

Bài tập vận dụng: Con lắc đơn có chiều dài 1 m, lấy g = 10 m/s^2, chọn gốc thế năng ở vị trí cân bằng. Con lắc đao động với biên độ $\alpha_0 = 9^0$. Giá trị vận tốc của vật tại vị trí mà ở đó động năng bằng thế năng là

A. 0,35 m/s. **B.** $\frac{9}{\sqrt{2}}$ cm/s. **C.** $9\sqrt{5}$ m/s. **D.** 9,88 m/s.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 12: Câu trả lời nào là đúng khi nói về lực căng của dây treo con lắc đơn?

A. Như nhau tại mọi vị trí.

B. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và lớn hơn trọng lượng của con lắc.

C. Lớn nhất tại vị trí cân bằng và nhỏ hơn trọng lượng của con lắc.

D. Nhỏ nhất tại vị trí cân bằng và bằng trọng lượng con lắc.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta biết rằng lực căng của dây treo được tính: $\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

$\Rightarrow$ Các vị trí khác nhau thì góc α khác nhau nên lực căng của sợi dây sẽ khác nhau.

Khi vật qua vị trí cân bằng, $\alpha = 0 \Rightarrow (\cos\alpha)_{max} = 1 \Rightarrow$ lực căng của sợi dây đạt cực đại $\tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$. Dễ thấy $(3 - 2\cos\alpha_0) > 1$ nên $\tau_{max} > mg \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 13: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 43{,}2$ cm, vật có khối lượng m dao động ở nơi có gia tốc trọng trường coi gần đúng bằng 10 m/s^2 với biên độ góc α_0 sao cho $\tau_{max} = 4\tau_{min}$. Khi lực căng sợi dây $\tau = 2\tau_{min}$ thì tốc độ của vật là

A. 1 m/s. **B.** 1,2 m/s. **C.** 1,6 m/s. **D.** 2 m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ biểu thức tính lực căng: $\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) \Rightarrow \begin{cases} \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) \\ \tau_{min} = mg\cos\alpha_0 \end{cases}$

Theo đề ra $\tau_{max} = 4\tau_{min} \Rightarrow mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 4mg\cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha_0 = \dfrac{1}{2}$

+ Khi $\tau = 2\tau_{min}$ có $mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) = 2mg\cos\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \dfrac{4}{3}\cos\alpha_0 = \dfrac{4}{3}.\dfrac{1}{2} = \dfrac{2}{3}$

+ Tốc độ vật khi đó là $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2.10.0{,}432\left(\dfrac{2}{3} - \dfrac{1}{2}\right)} = 1{,}2$ m/s

$\Rightarrow$ *Đáp án B.*

↪ *Cho vận tốc v_α, liệu có tìm được lực căng τ_α không và ngược lại?*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 100$ cm, vật có khối lượng m = 50 g dao động ở nơi có gia tốc trọng trường g = 9,81 m/s^2 với biên độ góc $\alpha_0 = 30^0$. Khi $\alpha = 8^0$ thì tốc độ của vật và lực căng sợi dây là

A. 1,65 m/s và 0,706 N. **B.** 1,56 m/s và 0,607 N

C. 1,56 m/s và 0,706 N. **D.** 1,65 m/s và 0,607 N.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Bài toán 2: Một con lắc đơn có dây treo dài 1m và vật có khối lượng 100 g. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 60^0 rồi thả nhẹ. Bỏ qua ma sát, lấy $g = 10\ m/s^2$. Lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng là

A. 0,5 N. **B.** 1 N. **C.** 2 N. **D.** 3 N.

Bài toán 3: Một con lắc đơn có dây treo dài $\ell = 0,4$ m, vật nặng khối lượng m = 200 g. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Kéo con lắc để dây treo lệch khỏi phương thẳng đứng góc $\alpha = 60^0$ rồi buông nhẹ. Lúc lực căng của dây treo là 4 N thì vận tốc của vật bằng

A. $2\ m/s$. **B.** $2,5\ m/s$. **C.** $3\ m/s$. **D.** $4\ m/s$.

Bài toán 4: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 50$cm, khối lượng m = 250g. Tại vị trí cân bằng ta truyền cho vật nặng vận tốc v = 1 m/s theo phương ngang, lấy $g = 10\ m/s^2$. Lực căng sợi dây khi vật ở vị trí cao nhất là

A. 2,25N. **B.** 2,35N. **C.** 3,15N. **D.** 3,25N.

Bài toán 5: Con lắc đơn dao động với phương trình li độ dài s = 2cos7t (cm) (t đo bằng giây), tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 (m/s^2). Tỉ số giữa lực căng sợi dây và trọng lực tác dụng lên quả cầu ở vị trí cân bằng là

A. 1,08. **B.** 0,98. **C.** 1,01. **D.** 1,05.

Bài toán 6: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)* Một con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ góc α_0 tại nơi có gia tốc trọng trường là g. Biết lực căng dây lớn nhất bằng 1,02 lần lực căng dây nhỏ nhất. Giá trị của α_0 là

A. $3,3^0$. **B.** $6,6^0$. **C.** $5,6^0$. **D.** $9,6^0$.

Ví dụ 14: Một con lắc đơn gồm một vật nhỏ được treo vào đầu dưới của một sợi dây không dãn, đầu trên của sợi dây được buộc cố định. Bỏ qua ma sát và lực cản của không khí. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc 0,1 rad rồi thả nhẹ. Tỉ số giữa độ lớn gia tốc của vật tại vị trí cân bằng và độ lớn gia tốc tại vị trí biên bằng

A. 0,1. **B.** 0. **C.** 10. **D.** 5,73.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gia tốc của vật tại 1 điểm gồm 2 thành phần vuông góc nhau $\vec{a} = \vec{a}_{tt} + \vec{a}_{ht}$ nên độ lớn $a = \sqrt{a_{tt}^2 + a_{ht}^2}$

Trong đó gia tốc tiếp tuyến: $a_{tt} = -\omega^2 s$

và gia tốc hướng tâm: $a_{ht} = \dfrac{v^2}{l} = 2g(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

nên $a=\sqrt{a_{tt}^2+a_{ht}^2}=\sqrt{\left(-\omega^2 s\right)^2+\left[2g\left(\cos\alpha-\cos\alpha_0\right)\right]^2}$

+ Tại VTCB thì $a_{VTCB}=\sqrt{\left(-\omega^2.0\right)^2+\left[2g\left(\cos0-\cos\alpha_0\right)\right]^2}$

$$a_{VTCB}=2g\left(1-\cos\alpha_0\right)$$

+ Tại biên thì $a_B=\sqrt{\left(-\omega^2 S_0\right)^2+\left[2g\left(\cos\alpha_0-\cos\alpha_0\right)\right]^2}=\omega^2 S_0$

$$a_B=\omega^2 S_0=\frac{g}{\ell}.\alpha_0\ell=g.\alpha_0$$

Vậy $\frac{a_{VTCB}}{a_B}=\frac{2g\left(1-\cos\alpha_0\right)}{g.\alpha_0}=\frac{2\left(1-\cos0,1\right)}{0,1}=0,099\approx0,1\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Một con lắc đơn có chiều dài 1m, dao động điều hoà tại nơi có gia tốc trọng trường là 10 (m/s^2). Góc lớn nhất và dây treo hợp với phương thẳng đứng là $\alpha_0 = 0,1$ (rad). Tại vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 0,01$ (rad) thì gia tốc của vật có độ lớn là

A. 0,1 (m/s^2). **B.** 0,0989 (m/s^2). **C.** 0,17 (m/s^2). **D.** 0,14 (m/s^2).

Ví dụ 15: Chọn câu **sai** khi nói về tần số dao động điều hòa của con lắc đơn?

A. Tần số không đổi khi khối lượng con lắc thay đổi.

B. Tần số tăng khi nhiệt độ giảm.

C. Tần số giảm khi biên độ giảm.

D. Tần số giảm khi đưa con lắc lên cao.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Tần số của con lắc đơn $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$.

– Tần số f không phụ thuộc vào khối lượng m của vật.

– Khi nhiệt độ t giảm ⇒ chiều dài $l = l_0(1 + \alpha t)$ giảm ⇒ tần số f tăng.

– Trong giới hạn để con lắc đơn dao động điều hòa, tần số f không phụ thuộc biên độ.

– Gia tốc trọng trường $g=G\frac{M}{\left(R+h\right)^2}$ ⇒ khi đưa lên cao, gia tốc trọng trường giảm ⇒ tần số giảm ⇒ *Đáp án C.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 16: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất, hỏi ở độ cao h và sau khoảng thời gian t đồng hồ chạy nhanh (hay chậm) và sai một lượng thời gian $\Delta\tau$ bằng bao nhiêu?

A. Nhanh, $\Delta\tau = t.\frac{h}{R}$
B. Nhanh, $\Delta\tau = t.\frac{2h}{R}$
C. Chậm, $\Delta\tau = t.\frac{2h}{R}$
D. Chậm, $\Delta\tau = t.\frac{h}{R}$

Hướng dẫn:

◆ **Để hiểu bản chất, ta làm như sau:**

Ta có: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ với $g_0 = G\frac{M}{R^2}$ và $T_h = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}}$, $g_h = G\frac{M}{(R+h)^2}$

$$\Rightarrow \frac{T_h}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = \frac{R+h}{R} = 1+\frac{h}{R} \Rightarrow T_h = \left(1+\frac{h}{R}\right)T_0$$

Thấy ngay $T_h > T_0$ nên đồng hồ chạy chậm.

Lượng chậm trong 1 giây là: $\delta = \frac{T_h - T_0}{T_h} = \frac{\frac{h}{R}T_0}{T_h} \approx \frac{h}{R}$ (vì $T_h \approx T_0$)

Lượng chậm trong khoảng thời gian t giây: $\Delta\tau = t.\delta$ nên $\Delta\tau = t.\frac{h}{R} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

◆ **Để làm nhanh, ta có thể làm như sau:**

Từ công thức $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$, do chỉ có sự biến thiên độ cao nên ta có $\frac{dT}{T} = \frac{dh_{cao}}{R}$ hay viết lại là $\frac{\Delta\tau}{t} = \frac{h}{R} > 0$ nên đồng hồ chạy chậm $d\tau = t\frac{h}{R}$.

Chú ý: Nếu thấy $\frac{\Delta\tau}{t} < 0$ hoặc $\Delta\tau < 0$ thì kết luận đồng hồ chạy nhanh

Ví dụ 17: Người ta đưa 1 đồng hồ quả lắc từ mặt đất lên độ cao h = 0,5km, coi nhiệt độ không thay đổi. Biết bán kính Trái đất là 6400km. Mỗi ngày đêm đồng hồ chạy

A. nhanh 7,56s. **B.** chậm 7,56s. **C.** chậm 6,75s. **D.** nhanh 6,75s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Do độ cao h tăng $\Rightarrow g = G\frac{M}{(R+h)^2}$ giảm, làm cho chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ tăng lên

$\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy chậm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Lượng chậm trong một ngày đêm t = 86400s là:

$$\Delta\tau = t.\frac{h}{R} = 86400\frac{0,5}{6400} = 6,75s. \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

Cách giải khác: Từ $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R} \Rightarrow \frac{dT}{T} = \frac{dh_{cao}}{R} \Rightarrow \frac{\Delta\tau}{t} = \frac{h}{R}$

$\Rightarrow d\tau = t\frac{h}{R} = 86400\frac{0,5}{6400} = 6,75s\ (>0)$ nên chạy chậm 6,75s

Bài tập vận dụng: Coi Trái Đất hình cầu bán kính 6400 km. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở trên mặt đất với chu kì $T_0 = 2\,s$. Khi đưa đồng hồ lên cao 2500 m thì mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Chậm 67,5 s. **B.** Chậm 33,75 s. **C.** Nhanh 33,75 s. **D.** Nhanh 67,5 s.

Ví dụ 18: Đồng hồ quả lắc đặt trên mặt đất chạy đúng với chu kì T_0, nếu đưa đồng hồ xuống độ sâu h' so với mặt đất và giữ cho nhiệt độ không đổi thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm một lượng bao nhiêu sau khoảng thời gian t?

A. Chạy nhanh $t\frac{h'}{R}$ **B.** Chạy chậm $t\frac{h'}{R}$

C. Chạy nhanh $t\frac{h'}{2R}$ **D.** Chạy chậm $t\frac{h'}{2R}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Tại mặt đất, gia tốc trọng trường $g_0 = G\frac{M}{R^2}$ và chu kì $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_0}}$

+ Tại độ sâu h' so với mặt đất, có $g_{h'} = G\frac{M'}{(R-h')^2}$ và $T_{h'} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_{h'}}}$

$$\Rightarrow \frac{T_{h'}}{T_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g_{h'}}} = \sqrt{\left(\frac{R-h'}{R}\right)^2.\frac{M}{M'}} = \sqrt{\frac{(R-h')^2}{R^2}.\frac{D.\frac{4}{3}\pi R^3}{D.\frac{4}{3}\pi(R-h')^3}} = \sqrt{\frac{R}{R-h'}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{h'}}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{h'}{R}}} = \left(1-\frac{h'}{R}\right)^{-\frac{1}{2}} \approx 1+\frac{h'}{2R} \Rightarrow T_{h'} = T_0 + \frac{h'}{2R}.T_0$$

$T_{h'} > T_0 \Rightarrow$ Đồng hồ chạy chậm.

+ Thời gian đồng hồ chạy chậm trong 1 chu kì: $\Delta T = T_{h'} - T_0 = \frac{h'T_0}{2R}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Thời gian đồng hồ chạy chậm sau khoảng thời gian t:

$$\frac{t}{T_0}.\Delta T = \frac{t}{T_0}.\frac{h'T_0}{2R} = t\frac{h'}{2R} \Rightarrow \textit{Đáp án D.}$$

Chú ý: Đang ở mặt đất, nếu đưa con lắc lên cao h hoặc xuống độ sâu h' so với bề mặt Trái Đất, đồng hồ đều chạy CHẬM. Nhưng lượng chậm sau khoảng thời gian t tính khác nhau: Lên độ cao h, đồng hồ chạy chậm $t\frac{h}{R}$.

Xuống độ sâu h', đồng hồ chạy chậm $t\frac{h'}{2R}$.

Ví dụ 19: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 25°C. Biết hệ số nở dài của dây treo con lắc $\alpha = 2.10^{-5}K^{-1}$. Khi nhiệt độ ở đó là 20°C thì sau một ngày đêm, đồng hồ chạy như thế nào?

A. Chậm 8,64 s. **B.** Nhanh 8,64 s. **C.** Chậm 4,32 s. **D.** Nhanh 4,32 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Ở nhiệt độ $t_1 = 25^0C$ có chiều dài $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$ và chu kì T_1.

+ Ở nhiệt độ $t_2 = 20^0C$, có chiều dài $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$ và chu kì T_2.

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_2}} = \sqrt{\frac{(1+\alpha t_2)}{(1+\alpha t_1)}} = (1+\alpha t_2)^{\frac{1}{2}}(1+\alpha t_1)^{-\frac{1}{2}}$$

Do αt_1 và αt_2 đều rất nhỏ so với 1 nên $\frac{T_2}{T_1} \approx \left[1 + \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)\right]$

Vì $t_2 < t_1 \Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ Đồng hồ chạy nhanh lên.

Trong trường hợp tổng quát, lượng sai trong t giây là:

$$\Delta\tau = \frac{t}{T_2}\Delta T = \frac{t}{T_2}|T_2 - T_1| = t\frac{1}{2}\alpha|t_1 - t_2|$$

Ở bài toán này, trong 1 ngày đêm t = 86400 s, lượng nhanh là:

$$\Delta\tau = 86400.\frac{1}{2}.2.10^{-5}|25-20| = 4,32 \text{ s} \Rightarrow \textit{Đáp án D.}$$

Chú ý: Ta có thể giải nhanh bài toán trên như sau:

Do nhiệt độ t giảm $\Rightarrow$ chiều dài dây treo $l = l_0(1 + \alpha t)$ giảm $\Rightarrow$ chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ giảm xuống $\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy nhanh. Lượng nhanh là:

$$\Delta\tau = t\frac{1}{2}\alpha|t_1 - t_2| = 86400.\frac{1}{2}.2.10^{-5}|25-20| = 4,32 \text{ s} \Rightarrow \textit{Đáp án D.}$$

Hoặc nhanh hơn nữa nếu dùng công thức $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$

Ví dụ 20: Một đồng hồ quả lắc có chu kì $T_0 = 2s$ ở nhiệt độ 0^oC. Biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo làm con lắc đơn $\alpha = 1,2.10^{-5}$ độ$^{-1}$, lấy $g = \pi^2\ m/s^2$. Giả sử nhiệt độ tăng lên 25^oC, thời gian con lắc chạy sai trong một giờ và chiều dài dây treo của con lắc lúc đó là

A. nhanh $0,54s;\ \ell = 1,0003m.$ **B.** chậm $0,54s;\ \ell = 1,0003m.$

C. nhanh $12,96s;\ \ell = 1,0003m.$ **D.** chậm $0,54s;\ \ell = 1,03m.$

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nhiệt độ t tăng làm chiều dài dây treo $l = l_0(1 + \alpha t)$ tăng $\Rightarrow$ chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ tăng lên $\Rightarrow$ Đồng hồ sẽ chạy chậm. Lượng chậm là:

$$3600.\frac{1}{2}\alpha|\Delta t| = 3600.\frac{1}{2}.1,2.10^{-5}.25 = 0,54s$$

+ Tại nhiệt độ 0^oC, có: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_0}{g}} \Rightarrow \ell_0 = \frac{T_0^2}{4\pi^2}.g = \frac{2^2}{4\pi^2}.\pi^2 = 1m$

Vậy chiều dài dây treo ở 25^oC là:

$$\ell = \ell_0(1+\alpha t) = 1.(1+1,2.10^{-5}.25) = 1,0003\ (m)\ \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn dây treo làm bằng kim loại. Ở 0^oC chu kì $T_0 = 2s$, hệ số nở dài $\alpha = 2.10^{-5}\ K^{-1}$. Ở 20^oC chu kì là

A. 2,004s. **B.** 2,4s. **C.** 2,04s. **D.** 2,0004s.

Bài toán 2: Một con lắc đơn có dây treo bằng kim loại, hệ số dãn nở của kim loại này là $\alpha = 1,4.10^{-5}$ độ $^{-1}$, con lắc đơn dao động tại một điểm cố định trên mặt đất, có chu kì T = 2 s lúc ở 10^0C. Nếu nhiệt độ tăng thêm 20^0C thì chu kì

A. tăng $2,8.10^{-4}$ s. **B.** giảm $2,8.10^{-4}$ s.

C. tăng $4,2.10^{-4}$ s. **D.** giảm $4,2.10^{-4}$ s.

Bài toán 3: Một đồng hồ dùng con lắc đơn làm hệ đếm giây. Dây treo vật bằng kim loại có hệ số dãn nở $\alpha = 1,8.10^{-5}$ độ $^{-1}$. Biết đồng hồ chạy đúng ở 25^0C. Hỏi rằng nếu nhiệt độ giảm xuống còn 10^0C thì mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Nhanh 14,32s. **B.** Chậm 11,66s. **C.** Chậm 14,32s. **D.** Nhanh 11,66s.

Bài toán 4: Trong quá trình hoạt động của mình, nếu nhiệt độ của môi trường là t_1, mỗi ngày đồng đồng hồ quả lắc sẽ chạy nhanh $\Delta\tau$, còn nếu nhiệt độ của môi trường là t_2, mỗi ngày đồng đồng hồ sẽ chạy chậm $3\Delta\tau$. Đồng hồ trên đã được thiết kế để chạy đúng giờ ở

A. $\frac{(3t_1 + t_2)}{4}$. **B.** $\frac{(t_1 + t_2)}{2}$. **C.** $\frac{(2t_1 + t_2)}{3}$. **D.** $2t_2 - t_1$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 VÀ 3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 21: Một đồng hồ quả lắc, chạy đúng giờ khi đặt trên mặt đất và ở nhiệt độ $t_1 = 25^oC$. Cho biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo là $\alpha = 10^{-4}$ độ$^{-1}$, bán kính Trái Đất R = 6400km. Nếu đưa đồng hồ lên độ cao 6,4km so với bề mặt Trái Đất và nhiệt độ ở đó là -10^oC thì mỗi ngày đêm đồng hồ sẽ chạy

A. nhanh 237,6s **B.** chậm 237,6s

C. nhanh 64,8s . **D.** chậm 64,8s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Riêng sự giảm nhiệt độ từ 25^oC xuống -10^oC làm đồng hồ chạy *nhanh* một lượng: $86400.\frac{1}{2}.10^{-4}.35 = 151,2s$

+ Khi đưa con lắc lên độ cao h, riêng sự thay đổi này làm đồng hồ chạy *chậm* một lượng: $86400.\frac{6,4}{6400} = 86,4s$

+ Như vậy trong một ngày đêm, đồng hồ chạy nhanh: 151,2 – 86,4 = 64,8s.

⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Một động hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 17^0C. Đưa đồng hồ lên đỉnh núi cao h = 640m thì đồng hồ vẫn chỉ đúng giờ. Biết hệ số nở dài dây treo con lắc $\alpha = 4.10^{-5} K^{-1}$. Bán kính Trái Đất là 6400km. Nhiệt độ trên đỉnh núi là

A. $17,5^0$ C. **B.** $14,5^0$ C. **C.** 12^0 C. **D.** 7^0 C.

Ví dụ 22: Một đồng hồ quả lắc, chạy đúng giờ khi đặt trên mặt đất và ở nhiệt độ $t_1 = 25^oC$. Cho biết hệ số giãn nở vì nhiệt của dây treo là $\alpha = 10^{-4}$ độ$^{-1}$, bán kính Trái Đất R = 6400km. Nếu đưa con lắc xuống độ sâu 6,4 km so với bề mặt Trái Đất và nhiệt độ ở đó là 45^oC thì mỗi ngày đêm con lắc chạy

A. nhanh 129,6s. **B.** nhanh 43,2s. **C.** chậm 86,4s. **D.** chậm 129,6s.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Riêng sự tăng nhiệt độ từ 25^oC tới 45^oC làm đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$86400.\frac{1}{2}.10^{-4}.20 = 86,4s$$

+ Khi đưa con lắc xuống độ sâu h', làm đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$86400.\frac{6,4}{2.6400} = 43,2s$$

Tóm lại: Trong một ngày đêm, đồng hồ chạy chậm 86,4 + 43,2 = 129,6 (s).

⇒ *Đáp án D.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Đem một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất ở nhiệt độ 20^0C xuống đáy một hầm mỏ ở độ sâu h = 500 m thì thấy nó vẫn chạy đúng giờ. Biết bán kính Trái Đất là R = 6400 km, hệ số nở dài của thanh treo con lắc là $\lambda = 5.10^{-5}/^0C$, nhiệt độ ở đáy hầm mỏ này là

A. $1,60^0$C. **B.** $18,4^0$C. **C.** $21,6^0$C. **D.** $23,2^0$C.

Ví dụ 23: Một con lắc đơn dao động tại địa điểm A với chu kì 2 s. Đưa con lắc tới địa điểm B thì thực hiện 100 dao động hết 201 s. Coi nhiệt độ hai nơi này bằng nhau. So với gia tốc trọng trường tại A, gia tốc trọng trường tại B

A. tăng 0,1%. **B.** giảm 0,1%. **C.** tăng 1%. **D.** giảm 1%.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Theo đề ra có $T_B = 2,01$ s

– Từ: $T_A = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_A}}$ và $T_B = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_B}} \Rightarrow \dfrac{T_A}{T_B} = \sqrt{\dfrac{g_B}{g_A}}$

$$\Rightarrow \frac{g_B}{g_A} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 \Rightarrow g_B = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 g_A = \left(\frac{2}{2,01}\right)^2 g_A = 0,99.g_A$$

Vì $g_B < g_A$ nên gia tốc trọng trường tại B giảm so với gia tốc trọng trường tại A.

Có $\Delta g = \dfrac{g_A - g_B}{g_A} = 0,01 = 1\,\% \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Chú ý: Bài toán trên có thể giải theo cách khác như sau:

+ Từ công thức phần lí thuyết $\dfrac{dT}{T} = \dfrac{d\ell}{2\ell} - \dfrac{dg}{2g} + \dfrac{\alpha.dt}{2} + \dfrac{dh_{cao}}{R} + \dfrac{dh_{sâu}}{2R}$

Ở bài toán này, không có biến thiên do cắt ghép cơ học nên $d\ell = 0$, không có biến thiên nhiệt độ nên $dt = 0$, không có biến thiên độ cao nên $dh_{cao} = 0$, không có biến thiên độ sâu nên $dh_{sâu} = 0$. Chỉ có biến thiên do vị trí, vì vậy $\dfrac{dT}{T} = -\dfrac{dg}{2g}$

$$\Rightarrow \frac{dg}{g} = -2\frac{dT}{T} = -2\frac{0,01}{2} = -0,01 = -1\% \Rightarrow \textit{Đáp án D.}$$

Và tương tự, bạn đọc hãy vận dụng công thức trên để giải lại các ví dụ từ 16 đến 22 sẽ thấy nhanh chóng hơn, chẳng hạn, ở ví dụ 21 do chỉ có 2 sự biến thiên nên

$$\frac{dT}{T} = \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R},\ dT = \left[\frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R}\right].T = \left[\frac{10^{-4}.(-35)}{2} + \frac{6,4}{6400}\right].86400 = -64,8s$$

Vậy đồng hồ chạy nhanh 64,8s.

Ví dụ 24: Một đồng hồ đếm giây đặt trên mặt đất, mỗi ngày đêm chậm 130 s. Phải điều chỉnh độ dài của con lắc thế nào so với độ dài hiện trạng để đồng hồ chạy đúng?

A. Tăng 0,2%. **B.** Tăng 0,3%. **C.** Giảm 0,2%. **D.** Giảm 0,3%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Đồng hồ đang chậm, muốn đồng hồ chạy đúng thì chu kì phải giảm ⇒ Chiều dài giảm.

+ Từ $\frac{dT}{T}=\frac{d\ell}{2\ell}-\frac{dg}{2g}+\frac{\alpha.dt}{2}+\frac{dh_{cao}}{R}+\frac{dh_{sâu}}{2R}$, vì không có sự biến thiên vị trí, nhiệt độ độ cao và độ sâu, chỉ có biến thiên chiều dài nên $\frac{dT}{T}=\frac{d\ell}{2\ell}$

⇒ độ giảm chiều dài là $\frac{d\ell}{\ell}=2\frac{dT}{T}=2\frac{130}{86400}=0,003=0,3\%$ ⇒ *Đáp án D.*

Ví dụ 25: Một đồng hồ quả lắc có chu kì T = 2 s ở Hà Nội với $g_1 = 9,7926\ m/s^2$ và ở nhiệt độ $t_1 = 10^0C$. Biết hệ số dãn nở của thanh treo $\alpha = 2.10^{-5}\ K^{-1}$. Chuyển đồng hồ vào Thành phố Hồ Chí Minh ở đó $g_2 = 9,7867\ m/s^2$ và nhiệt độ $t_2 = 33^0C$. Muốn đồng hồ vẫn chạy đúng trong điều kiện mới thì phải tăng hay giảm độ dài con lắc một lượng bao nhiêu?

A. Giảm 1,05 mm. **B.** Giảm 1,55 mm. **C.** Tăng 1,05 mm. **D.** Tăng 1,55 mm.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Từ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ⇒ chiều dài $l=\frac{g_1T^2}{4\pi^2}=0,9922m$

+ Ta có $\frac{dT}{T}=\frac{d\ell}{2\ell}-\frac{dg}{2g}+\frac{\alpha.dt}{2}+\frac{dh_{cao}}{R}+\frac{dh_{sâu}}{2R}$. Do $dh_{cao}=0$, $dh_{sâu}=0$ và $dT=0$

nên $\frac{1}{2}\frac{d\ell}{\ell}=\frac{1}{2}\frac{dg}{g}-\frac{\alpha dt}{2} \Rightarrow d\ell=\left[\frac{dg}{g}-\alpha dt\right]\ell$, thay số ta được:

$$d\ell=\left[\frac{9,7867-9,7926}{9,7926}-2.10^{-5}(33-10)\right]0,9922=-1,05.10^{-3}m \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Ví dụ 26: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi một con lắc đơn mà thanh treo nhẹ làm bằng chất có hệ số nở dài $\alpha=2.10^{-5}$ độ$^{-1}$. Đồng hồ chạy đúng giờ khi nhiệt độ môi trường $t_1=30^0C$. Do sơ suất khi bảo dưỡng đồng hồ, người thợ đã làm thay đổi chiều dài của con lắc nên khi nhiệt độ là $t_2=20^0C$ thì mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm 6,045 s. Hỏi người thợ lúc đó đã làm chiều dài tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm?

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Mỗi ngày đêm, đồng hồ chạy chậm $6,045\text{ s} \Rightarrow \frac{dT}{T} = \frac{6,045}{86400} \approx 0,7.10^{-4}$

+ Sự thay đổi chu kì của con lắc do 2 nguyên nhân: do nhiệt độ và do điều chỉnh chiều dài nên $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} + \frac{\alpha.dt}{2}$

$$\Rightarrow \frac{d\ell}{\ell} = 2\frac{dT}{T} - \alpha.dt = 2.0,7.10^{-4} - 2.10^{-5}.(20-30) = 3,4.10^{-4} = 0,034\% > 0$$

Vậy người thợ đã làm tăng chiều dài của con lắc một lượng $0,034\%$.

Ví dụ 27: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ. Nếu chiều dài giảm $0,02\%$ và gia tốc trọng trường tăng $0,01\%$ thì sau một tuần đồng hồ chạy nhanh hay chậm một lượng bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

Cũng từ công thức $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R}$. *Do bài toán này chỉ có biến thiên nhỏ của chiều dài và gia tốc nên* $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g}$

Ta có: $\frac{dT}{T} = \frac{1}{2}\frac{d\ell}{\ell} - \frac{1}{2}\frac{dg}{g} = \frac{1}{2}\left(-\frac{0,02}{100}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{0,01}{100}\right) = -\frac{0,015}{100} = -15.10^{-4} < 0$

$\Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ đồng hồ chạy nhanh.

+ Lượng nhanh: $dT = 15.10^{-4}.T = 15.10^{-4}.7.86400 = 90,72\text{s}$.

Ví dụ 28: Hai con lắc đơn dao động với các chu kì $T_1 = 6,4$ s và $T_2 = 4,8$ s. Khoảng thời gian giữa hai lần chúng cùng đi qua vị trí cân bằng và chuyển động về cùng một phía (trùng phùng) liên tiếp là

A. 11,2 s. **B.** 5,6 s. **C.** 30,72 s. **D.** 19,2 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khoảng thời gian giữa 2 lần trùng phùng liên tiếp $t = \frac{T_1T_2}{|T_1 - T_2|} = \frac{6,4.4,8}{6,4-4,8} = 19,2\text{s}$

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Hai con lắc đơn treo cạnh nhau có chu kì dao động nhỏ là 8s và 10s. Kéo hai con lắc lệch một góc nhỏ như nhau rồi đồng thời buông nhẹ thì hai con lắc sẽ đồng thời trở lại vị trí này sau thời gian

A. 40 s **B.** 32 s **C.** 20 s **D.** 50 s

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 29: Một con lắc lò xo và con lắc đơn, khi ở dưới mặt đất cả hai con lắc dao động với chu kì T = 2s. Đưa cả 2 con lắc lên đỉnh núi (coi nhiệt độ không thay đổi) thì hai con lắc dao động lệch chu kì nhau. Thỉnh thoảng chúng lại cùng đi qua vị trí cân bằng và chuyển động về cùng một phía, khoảng thời gian giữa hai lần như vậy là 8 phút 20 giây. Chu kì của con lắc đơn trên đỉnh núi là.

A. 2,008 s. **B.** 1,992 s. **C.** 2,010 s. **D.** 1,990 s.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Do chu kì của con lắc lò xo chỉ phụ thuộc vào k và m nên khi lên đỉnh núi, chu kì của nó vẫn là 2 s, vậy số dao động mà nó thực hiện được giữa hai lần trùng phùng liên tiếp là $n = \frac{t}{T} = \frac{500}{2} = 250$

+ Ta biết rằng, chu kì của con lắc đơn phụ thuộc vào gia tốc g, khi độ cao h tăng thì g giảm, nên trên đỉnh núi chu kì của nó tăng và sẽ lớn hơn 2 s, tức là lớn hơn chu kì của con lắc lò xo, vì vậy số dao động của nó trong khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp sẽ nhỏ hơn số dao động của con lắc lò xo 1 đơn vị và bằng $n' = 250 - 1 = 249$

+ Lại có $t = n'.T' \Rightarrow$ chu kì con lắc đơn $T' = \frac{t}{n'} = \frac{500}{249} = 2,008\text{ s} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 30: Biết gia tốc trọng trường là g. Một đồng hồ quả lắc treo trên trần của một chiếc thang máy, khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a thì chu kì dao động của con lắc đơn tính như thế nào?

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a, vật chịu thêm lực quán tính hướng xuống dưới ($\overrightarrow{F_{qt}} = m.\overrightarrow{a_{qt}} = -m.\vec{a}$*) nên* $\overrightarrow{F_{qt}}$ *cùng chiều với* $\vec{P}$

Gia tốc hiệu dụng $g_{hd} = g + a_{qt} = g + a \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_{hd}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$.

Ví dụ 31: Con lắc đơn được treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kì T. Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc $a = \frac{g}{2}$ thì con lắc dao động với chu kì T’ bằng

A. $T\sqrt{2}$. **B.** $T\sqrt{3}$. **C.** $\frac{T}{2}$. **D.** $\frac{T}{\sqrt{2}}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc a, vật chịu thêm lực quán tính hướng lên trên ($\overrightarrow{F_{qt}} = m.\overrightarrow{a_{qt}} = -m.\vec{a}$)*nên* $\overrightarrow{F_{qt}}$ *ngược chiều với* $\vec{P}$

Gia tốc hiệu dụng $g_{hd} = g - a = g - 0,5g = 0,5g$

$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_{hd}}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{0,5g}} = T\sqrt{2} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Lấy $g = \pi^2 = 10m/s^2$. Treo con lắc đơn có độ dài $l = 100cm$ trong thang máy, cho thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $a = 2m/s^2$ thì chu kỳ dao động của con lắc đơn

A. tăng 11,8%. **B.** giảm 16,67%.

C. giảm 8,71% **D.** tăng 25%

Bài toán 2: Một con lắc đơn treo vào một thang máy, khi thang máy đứng yên thì con lắc dao động với chu kỳ 1s, khi thang máy chuyển động thì con lắc dao động với chu kỳ 0,96s. Thang máy chuyển động

A. nhanh dần đều đi lên. **B.** nhanh dần đều đi xuống.

C. chậm dần đều. **D.** thẳng đều.

Ví dụ 32: Con lắc đơn được treo ở trần một ô tô. Khi ô tô đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kì T. Khi ô tô chuyển động nhanh dần đều theo phương ngang với gia tốc có độ lớn $a = \dfrac{g}{2}$ thì con lắc dao động với chu kì bằng

A. $0,5T$ **B.** $T\sqrt{3}$ **C.** $\dfrac{T}{\sqrt{2}}$ **D.** $0,95T$

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi chịu thêm lực quán tính theo phương ngang, ở VTCB, dây treo bị lệch so với phương thẳng đứng góc α với $\tan\alpha = \dfrac{F}{P} = \dfrac{a}{g} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 26,5°$.

$\Rightarrow T' = T\sqrt{\cos\alpha} = T\sqrt{\cos 26,5°} \approx 0,95T \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 33: Một con lắc đơn được treo vào trần một ôtô đang chuyển động trên mặt đường nằm ngang. Thấy rằng:

– Khi xe chuyển động thẳng đều thì chu kì dao động là T_1.

– Khi xe chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc a thì chu kì dao động là T_2.

– Khi xe chuyển động thẳng chậm dần đều với gia tốc a thì chu kì dao động là T_3.

Biểu thức nào sau đây đúng?

A. $T_2 < T_1 < T_3$. **B.** $T_2 = T_1 = T_3$. **C.** $T_2 = T_3 > T_1$. **D.** $T_2 = T_3 < T_1$.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khi xe chuyển động thẳng đều, không có lực quán tính, chu kì $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

+ Khi xe chuyển động thẳng biến đổi đều theo phương ngang. Với cùng gia tốc a, dù nhanh dần hay chậm dần thì $g' = \sqrt{g^2 + a^2}$ nên chu kì đều bằng nhau và bằng

$T_2 = T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$ (2)

+ Từ (1) và (2) ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chu kì dao động T = 2 s. Nếu treo con lắc vào trần một toa xe đang chuyển động nhanh dần đều trên mặt đường nằm ngang thì thấy rằng ở vị trí cân bằng mới, dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng một góc $\varphi = 30^0$. Cho g = 10 m/s^2. Tìm chu kì dao động mới của con lắc trong toa xe và gia tốc của toa xe?

A. 1,86 s; 5,77 m/s^2.
B. 1,86 s; 10 m/s^2.
C. 2 s; 5,77 m/s^2.
D. 2 s; 10 m/s^2.

Bài toán 2: Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2,52 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn a thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là

A. 2,96 s.
B. 2,84 s.
C. 2,61 s.
D. 2,78 s.

Bài toán 3: Một con lắc đơn được treo vào trần một toa của đoàn tàu hoả. Khi tàu đứng yên, con lắc dao động bé với chu kì T. Hãy tính chu kì dao động bé T' của con lắc khi đoàn tàu này chuyển động với tốc độ không đổi v trên một đường ray nằm trên mặt phẳng nằm ngang có dạng một cung tròn bán kính cong R. Cho biết gia tốc trọng trường là g; bán kính cong R là rất lớn so với chiều dài con lắc và khoảng cách giữa hai thanh ray. Bỏ qua mọi sự mất mát năng lượng.

Ví dụ 34: Một con lắc đơn dao động nhỏ với chu kì T_0. Cho quả cầu con lắc tích điện dương và dao động nhỏ trong điện trường có đường sức hướng xuống thẳng đứng, chu kì con lắc khi đó so với T_0 như thế nào?

A. Nhỏ hơn T_0.
B. Lớn hơn T_0.
C. Không xác định được.
D. Bằng T_0.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khi chưa có lực điện trường $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (1)

+ Khi có lực điện trường hướng xuống cùng chiều trọng lực P thì

$$g_{hd} = g + a = g + \frac{qE}{m} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) dễ dàng nhận thấy $T < T_0$ $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 35: Đặt con lắc đơn trong điện trường đều có $\vec{E}$ theo phương thẳng đứng hướng từ trên xuống dưới và có độ lớn $E = 10^4$ V/m. Biết khối lượng của quả cầu là $m = 20$g, quả cầu được tích điện $q = -12.10^{-6}$C, chiều dài dây treo $\ell = 1$m, lấy $g = \pi^2 = 10$ m/s^2. Chu kì dao động của con lắc là

A. $\frac{\pi}{4}$s. **B.** $\frac{\pi}{2}$s. **C.** πs. **D.** 2πs.

Hướng dẫn:

Vì $q < 0$ nên $\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E}$

$$\Rightarrow \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{P} \Rightarrow g' = g - a = g - \frac{|q|E}{m} = 10 - \frac{12.10^{-6}.10^4}{0,02} = 4\ (m/s^2)$$

Chu kì dao động: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4}} = \pi$ (s) $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 36: Một con lắc đơn dài $\ell = 25$cm, hòn bi có m = 10g và mang điện tích $q = 10^{-4}$C. Treo con lắc vào giữa hai bản kim loại thẳng đứng, song song, cách nhau d = 22cm. Đặt vào hai bản hiệu điện thế một chiều U = 88V. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chu kì dao động điều hòa với biên độ góc nhỏ của nó là

A. T = 0,983s. **B.** T = 0,389s. **C.** T = 0,659s. **D.** T = 0,956s.

Hướng dẫn:

Ta có $F = |q|.E = |q|.\frac{U}{d} = 10^{-4}\frac{88}{22.10^{-2}} = 4.10^{-2}$ N

$P = mg = 10.10^{-3}.10 = 10.10^{-2}$ N

Do $\vec{F} \perp \vec{P}$ nên $P' = \sqrt{P^2 + F^2} = 10,77.10^{-2}$ N $\Rightarrow g' = \frac{P'}{m} = 10,77$ m/s^2

Lúc đó $T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}} = 2.3,14\sqrt{\frac{25.10^{-2}}{10,77}} = 0,956$ s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 37: Con lắc đơn có chiều dài dây treo $\ell = 1\text{m}$, vật nhỏ có khối lượng $m = 20\text{g}$, lấy $g = \pi^2 = 10\ \text{m/s}^2$. Tích điện $q = -2\sqrt{3}.10^{-5}\text{C}$ cho vật rồi đặt con lắc vào trong điện trường đều có $\vec{E}$ nằm theo phương ngang với $E = 10^4$ V/m. Chu kì dao động mới của con lắc là

A. $\frac{\pi}{\sqrt{2}}\text{s}$ **B.** $\frac{\pi}{\sqrt{5}}\text{s}$ **C.** $\frac{\pi}{\sqrt{10}}\text{s}$ **D.** $\frac{\pi}{\sqrt{20}}\text{s}$

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi đặt trong điện trường, ở VTCB, dây treo bị lệch so với phương thẳng đứng một góc α được xác định qua:

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg} = \frac{\left|-2\sqrt{3}.10^{-5}\right|.10^4}{0,02.10} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3}$$

Vậy $T' = T\sqrt{\cos\alpha} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}.\sqrt{\cos\frac{\pi}{3}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{20}} = \frac{\pi}{\sqrt{5}}\text{s} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Có ba con lắc cùng chiều dài dây treo, cùng khối lượng. Con lắc thứ nhất và con lắc thứ hai mang điện tích q_1 và q_2, con lắc thứ ba không mang điện tích. Chu kì dao động điều hoà của chúng trong điện trường có phương thẳng đứng lần lượt là T_1, T_2 và T_3 với $T_1 = \frac{1}{3}T_3$, $T_2 = \frac{2}{3}T_3$. Biết rằng $q_1 + q_2 = 7,4.10^{-8}(\text{C})$. Điện tích q_1 là

A. 10^{-8}C. **B.** 6,4. 10^{-8}C. **C.** 6,8. 10^{-7}C. **D.** –5,6. 10^{-8}C.

Ví dụ 38: Con lắc đơn được treo trong điện trường đều có cường độ không đổi và hướng thẳng đứng. Cho vật tích điện Q thì thấy tỉ số giữa chu kì dao động nhỏ khi điện trường hướng lên hoặc hướng xuống là $\frac{T_1}{T_2} = \frac{9}{11}$. Điện tích Q là điện tích

A. dương **B.** âm
C. dương hoặc âm. **D.** có dấu không thể xác định được.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Do $\frac{T_1}{T_2} = \frac{9}{11} \Rightarrow T_1 < T_2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1'}} < 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2'}} \Rightarrow g_1' > g_2'$

Điều này chỉ xảy ra khi $g_1' = g + a$ và $g_2' = g - a$

+ Vì $g_1' = g + a$ nên $\vec{F}_1 \uparrow\uparrow \vec{P} \Rightarrow \vec{F}_1 \uparrow\downarrow \vec{E} \Rightarrow$ Q là điện tích âm $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = +5.10^{-6}C$ được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hoà trong điện trường đều mà vectơ cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4 V/m$ và hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10\ m/s^2$, $\pi = 3,14$. Chu kì dao động điều hoà của con lắc là

A. 0,58 s. **B.** 1,40 s. **C.** 1,15 s. **D.** 1,25 s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Bài toán 2: Một hòn bi nhỏ khối lượng m treo ở đầu một sợi dây và dao động nhỏ tại nơi có gia tốc trọng trường g. Chu kì dao động thay đổi bao nhiêu lần nếu hòn bi được tích một điện tích $q > 0$ và đặt trong một điện trường đều có vectơ cường độ E thẳng đứng hướng xuống dưới sao cho $qE = 3mg$.

A. tăng 2 lần. **B.** giảm 2 lần. **C.** tăng 3 lần. **D.** giảm 3 lần.

Bài toán 3: Một con lắc đơn gồm một quả cầu kim loại nhỏ, khối lượng m = 1g, tích điện dương $q = 5,66.10^{-7}C$, được treo vào một sợi dây mảnh dài $l = 1,40m$ trong điện trường đều có phương nằm ngang, E = 10000V/m, tại một nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,79 m/s^2$. Ở VTCB, phương của dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc

A. $\alpha = 30^0$ **B.** $\alpha = 20^0$ **C.** $\alpha = 10^0$ **D.** $\alpha = 60^0$

Bài toán 4: Một con lắc đơn ở mặt đất dao động nhỏ chu kì là 2 s. Đặt con lắc vẫn ở ngay mặt đất, nhưng cho quả cầu mang điện tích q đưa vào trong vùng điện trường đều $\vec{E}$, hướng xuống có độ lớn E = 9810 V/m thì nó có chu kì giống như khi ở độ cao 6,4 km. Cho biết R =6400 km, m = 100g và ở mặt đất $g = 9,81\ m/s^2$. Điện tích q bằng

A. $-3.10^{-8}C$. **B.** $2.10^{-7}C$. **C.** $-2.10^{-7}C$. **D.** $3.10^{-8}C$.

Bài toán 5: Một con lắc đơn tạo bởi một quả cầu kim loại khối lượng 1g buộc vào một sợi dây mảnh cách điện, sợi dây có hệ số nở dài $2.10^{-5}\ K^{-1}$, dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường $9,8\ m/s^2$, trong điện trường đều hướng thẳng đứng từ trên xuống với E = 100 V/m. Nếu tăng nhiệt độ thêm 10^0C và truyền điện tích q cho quả cầu thì chu kì dao động của con lắc vẫn không đổi. Điện lượng của quả cầu là

A. 20 (nC). **B.** 2 (nC). **C.** –20 (nC). **D.** –2 (nC).

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 39: Hai con lắc đơn giống hệt nhau, các quả cầu dao động có kích thước nhỏ làm bằng chất có khối lượng riêng $D = 8450\left(kg/m^3\right)$. Dùng các con lắc nói trên để điều khiển các đồng hồ quả lắc. Đồng hồ thứ nhất đặt trong không khí và đồng hồ thứ hai đặt trong chân không. Biết khối lượng riêng của không khí là $\rho = 1,3\left(kg/m^3\right)$. Biết các điều kiện khác giống hệt nhau khi hai đồng hồ hoạt động. Nếu xem đồng hồ đặt trong chân không chạy đúng thì đồng hồ đặt trong không khí chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau một ngày đêm?

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Chu kì dao động trong chân không là $T_{ck} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

+ Chu kì dao động khi thêm có lực đẩy Acsimet là $T_{kk} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g - \frac{\rho g}{D}}}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T_{ck}} = \frac{T_{kk} - T_{ck}}{T_{ck}} = \frac{T_{kk}}{T_{ck}} - 1 = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{\rho}{D}}} - 1 = \left(1 - \frac{\rho}{D}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \approx \frac{1}{2}\frac{\rho}{D}$$

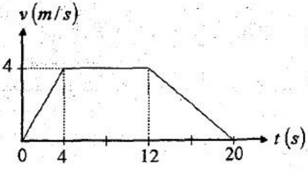
$$\frac{\Delta T}{T_{ck}} = \frac{1}{2}\frac{\rho}{D} = \frac{1}{2}.\frac{1,3}{8450} = \frac{1,3}{16900} > 0 \Rightarrow \text{đồng hồ chạy chậm.}$$

+ Thời gian chạy chậm sau 1 ngày đêm sẽ là:

$$\Delta\tau = \left|\frac{\Delta T}{T}\right|.t = \left|\frac{\Delta T}{T}\right|.86400 = \frac{1,3}{16900}.86400 \approx 6,65\,(s)$$

Chú ý: Vì đây có sự biến thiên nhỏ của gia tốc, do đó nên dùng công thức tổng quát $\frac{dT}{T} = \frac{d\ell}{2\ell} - \frac{dg}{2g} + \frac{\alpha.dt}{2} + \frac{dh_{cao}}{R} + \frac{dh_{sâu}}{2R} = -\frac{dg}{2g} = \frac{a}{2g} = \frac{\rho}{2D}$ sẽ cho lời giải ngắn gọn hơn.

Ví dụ 40: Một thang máy đi xuống có đồ thị vận tốc như hình vẽ. Trong thang máy có treo một đồng hồ quả lắc. Cho biết đồng hồ chạy đúng giờ khi nó đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Coi dao động của con lắc đơn cấu tạo nên đồng hồ là dao động điều hoà. Cho $g = 9,8\ m/s^2$. Hãy tính thời gian chỉ sai của đồng hồ kể từ khi thang máy bắt đầu chuyển động cho đến khi dừng lại?



Phân tích và hướng dẫn giải

◆ Chu kì dao động khi đồng hồ chạy đúng: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$

+ Giai đoạn 1 (4 giây đầu tiên): Chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc $1\,m/s^2$. Chu kì dao động khi đó $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g-1}}$.

$\Rightarrow \dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{T'}{T} - 1 = \sqrt{\dfrac{g}{g-1}} - 1 \approx 0,0553 > 0 \Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm. Thời gian chạy chậm trong giai đoạn này là $t_1 = \left|\dfrac{\Delta T}{T}\right|.4 = 0,0553.4 = 0,2212\,(s)$

+ Giai đoạn 2 (8 giây tiếp theo): Chuyển động thẳng đều xuống dưới, chu kì dao động bằng chu kì khi đứng yên nên đồng hồ chạy đúng.

+ Giai đoạn 3 (8 giây cuối cùng): Chuyển động chậm dần đều xuống dưới với gia tốc $0,5\,m/s^2$. Chu kì dao động khi đó: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g+0,5}}$.

$\Rightarrow \dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{T'}{T} - 1 = \sqrt{\dfrac{g}{g+0,5}} - 1 \approx -0,0246 < 0 \Rightarrow$ đồng hồ chạy nhanh. Thời gian chạy nhanh trong giai đoạn này là $t_2 = \left|\dfrac{\Delta T}{T}\right|.8 = 0,0246.8 = 0,1968\,(s)$

Vậy cả quá trình đồng hồ chạy chậm một lượng:

$$\Delta t = 0,2212 - 0,1968 = 0,0244\,(s)$$

Ví dụ 41: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa trong một thang máy đứng yên tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8 m/s^2$ với năng lượng dao động 150mJ, thì thang máy bắt đầu chuyển động nhanh dần đều xuống dưới với gia tốc 2,5 m/s^2. Biết rằng thời điểm thang máy bắt đầu chuyển động là lúc con lắc có vận tốc bằng không, con lắc sẽ tiếp tục dao động điều hòa trong thang máy với năng lượng

A. 201mJ. **B.** 141mJ. **C.** 112mJ. **D.** 83,8mJ.

Phân tích và hướng dẫn giải

Lúc đầu dao động với tần số góc ω, biên độ dài S_0 nên có cơ năng: $E = \dfrac{1}{2}m\omega^2 S_0$

Về sau dao động với tần số góc ω', biên độ dài S_0 nên có cơ năng: $E' = \dfrac{1}{2}m\omega'^2 S_0$

(Do thời điểm thang máy bắt đầu chuyển động là lúc con lắc có vận tốc bằng không nên biên độ dài S_0 không thay đổi)

$$\Rightarrow \frac{E'}{E}=\frac{\omega'^2}{\omega^2}\Rightarrow E'=\left(\frac{g'}{g}\right).E=\left(\frac{g-a}{g}\right).E=\left(\frac{9,8-2,5}{9,8}\right).150=112(mJ)$$

⇒ *Đáp án C.*

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một viên đạn có khối lượng 5g bay theo phương ngang với vận tốc 400m/s đến găm vào một quả cầu bằng gỗ khối lượng 500g được treo trên một sợi dây nhẹ, mềm và không giãn. Kết quả làm cho dây treo quả cầu bị lệch đi một góc 10^0 so với phương đứng. Lấy $g = 10m/s^2$. Chu kì dao động của quả cầu sau đó là

A. 3,62s. **B.** 7,21s. **C.** 14,25s. **D.** 18,37s.

Câu 2: Một con lắc đơn có $\ell = 61,25cm$ treo tại nơi có $g = 9,8m/s^2$. Kéo con lắc khỏi phương thẳng đứng đoạn 3cm, về phía phải, rồi truyền cho nó vận tốc 16cm/s theo phương vuông góc với sợi dây về vị trí cân bằng. Coi đoạn trên là đoạn thẳng. Vận tốc của con lắc khi vật qua VTCB là

A. 20cm/s. **B.** 30cm/s. **C.** 40cm/s. **D.** 50cm/s.

Câu 3: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về dao động của con lắc đơn (bỏ qua lực cản của môi trường)?

A. Khi vật nặng ở vị trí biên, cơ năng của con lắc bằng thế năng của nó.

B. Chuyển động của con lắc từ vị trí biên về vị trí cân bằng là nhanh dần.

C. Khi vật nặng đi qua vị trí cân bằng, thì trọng lực tác dụng lên nó cân bằng với lực căng của dây.

D. Với dao động nhỏ thì dao động của con lắc là dao động điều hòa.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Câu 4: Cho một con lắc đơn treo ở đầu một sợi dây mảnh dài bằng kim loại, vật nặng làm bằng chất có khối lượng riêng D = 8 (g/cm^3). Khi dao động nhỏ trong bình chân không thì chu kì dao động là 2 (s). Cho con lắc đơn dao động trong bình chứa một chất khí thì thấy chu kì tăng một lượng 250 (μs). Khối lượng riêng của chất khí đó là

A. 0,004 (g/cm^3). **B.** 0,002 (g/cm^3). **C.** 0,04 (g/cm^3). **D.** 0,02 (g/cm^3).

Câu 5: Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc α_0. Trong quá trình dao động, tỉ số giữa lực căng dây cực đại và lực căng dây cực tiểu là 1,04. Giá trị của biên độ góc α_0 là

A. $8,8^0$. **B.** $8,3^0$. **C.** $9,8^0$. **D.** $9,3^0$.

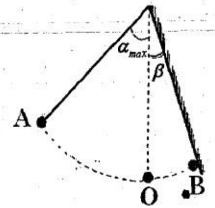
Câu 6: Một con lắc đơn được tích điện q > 0 đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Cho con lắc dao động điều hoà với biên độ góc nhỏ. Biết rằng khi chưa đặt vào điện trường, chu kì của con lắc $T_0 = 2s$. Sau khi đưa vào vùng có điện trường, trong một chu kì nó chạy sai $0,002s$; Biết khối lượng của vật nặng m = 100 g; cường độ điện trường $E = 9,8.10^3$ V/m; $g = 9,8$ m/s^2. Điện tích q bằng

A. 2.10^{-7} C **B.** 3.10^{-6} C. **C.** 4.10^{-6} C. **D.** 2.10^{-6} C.

Câu 7: Một con lắc đơn gồm một quả cầu có khối lượng m = 0,2kg treo vào đầu một sợi dây không giãn, khối lượng không đáng kể có chiều dài $l = 0,5$m. Con lắc dao động điều hoà quanh vị trí cân bằng của nó. Lấy g = 10 m/s^2. Xác định độ lớn của lực hồi phục khi vật đi qua vị trí có li độ s = 3cm.

A. 0,12N **B.** 2,12N **C.** 2N **D.** 2,06N

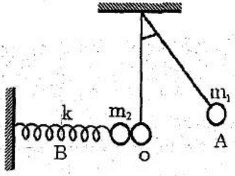
Câu 8: Cho cơ hệ như hình vẽ, con lắc đơn có chiều dài 1m. Biên độ góc của dao động $\alpha_{max} = 0,1$ (rad). Trong quá trình dao động, vật nặng va chạm đàn hồi với bức tường nghiêng góc $\beta = 0,05\sqrt{2}$ rad. Lấy $g = \pi^2 = 9,85$ (m/s^2). Chu kì dao động của vật là



A. 1,5s **B.** 1,25s.

C. 1,33s. **D.** 1,83s.

Câu 9: Cơ hệ như hình vẽ gồm 2 con lắc:
Con lắc lò xo có k = 100 N/m, m_1 = 100 g.
Con lắc đơn có l = 25 cm và m_2 giống hệt m_1.
Kéo m_1 lệch góc nhỏ rồi buông nhẹ,
khi qua vị trí cân bằng, m_1 va chạm đàn hồi với m_2.
Lấy $g = \pi^2$ (m/s^2). Chu kỳ của hệ là



A. 1,02s **B.** 1,20s.

C. 0,60s. **D.** 0,81s.

Chủ đề 4: TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

Các loại dao động: *Tự do, tắt dần, duy trì, cưỡng bức*

Sự cộng hưởng dao động

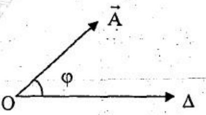
A. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Phương pháp Frexnen

Phương pháp được xây dựng dựa trên mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều

+ Một dao động $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ có thể biểu diễn bằng vectơ quay A có:

- Gốc tại O
- Độ dài tỉ lệ với A
- Tạo với trục Δ một góc bằng pha ban đầu φ.



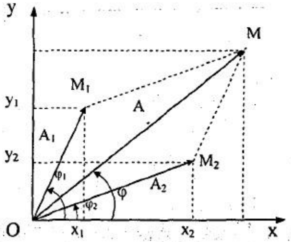
+ Ngược lại, nếu biết các đặc điểm của vectơ quay $\vec{A}$ thì sẽ biết được phương trình dao động điều hòa.

2. Vận dụng để tìm dao động tổng hợp

Để tìm dao động tổng hợp của hai dao động cùng phương: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$

và $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$

người ta biểu diễn các dao động x_1, x_2 trên bằng các vectơ quay $\overrightarrow{A_1}$, $\overrightarrow{A_2}$ tương ứng. Khi $\overrightarrow{A_1}$, $\overrightarrow{A_2}$ quay thì hình bình hành OM_1MM_2 không biến dạng và quay với vận tốc ω.



⇒ Đầu mút vectơ tổng $\vec{A}$ chuyển động tròn đều với vận tốc ω

⇒ Dao động tổng hợp sẽ dao động điều hòa nên có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Biên độ A và pha ban đầu φ của dao động tổng hợp được tính thông qua công thức:

$$\boxed{A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \qquad (1)$$

$$\boxed{\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}} \qquad (2)$$

Những lưu ý quan trọng khi làm bài tập

✍ ***Chú ý 1:*** Độ lệch pha giữa 2 dao động: $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$

– Nếu $\varphi_1 - \varphi_2 > 0$ thì dao động x_1 được xem là sớm (nhanh) pha hơn dao động x_2 hoặc dao động x_2 trễ (chậm) pha so với dao động x_1.

– Nếu 2 dao động thành phần cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì $A = A_{max} = A_1 + A_2$

ngược pha $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$ thì $A = A_{min} = |A_1 - A_2|$

⇒ Trong mọi trường hợp, giá trị của A thuộc khoảng:

$$|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2$$

✍ ***Chú ý 2:*** Khi gặp bài toán tìm phương trình dao động tổng hợp của 2 dao động thành phần, tức là bài toán đi tìm A và φ, thì không nhất thiết phải áp dụng các công thức (1) và (2) ở phần lí thuyết nêu trên. Mà tùy từng bài toán cụ thể, có thể tìm A và φ nhanh như sau:

+ Sử dụng công thức cộng lượng giác khi 2 biên độ thành phần bằng nhau $A_1 = A_2$

+ Sử dụng giản đồ vectơ nếu độ lệch pha giữa 2 dao động rơi vào 0; ±π; ±π/2.

Khi đó tính A và φ thuần túy theo hình học phẳng.

✍ ***Chú ý 3:*** Khi một vật tham gia đồng thời 3 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Để tìm phương trình của dao động tổng hợp, ta sẽ chọn 2 dao động **đặc biệt** để tổng hợp trước, sự đặc biệt ở đây được lựa chọn theo thứ tự ưu tiên sau: cùng pha, ngược pha, vuông góc. Sau đó mới tổng hợp với dao động còn lại.

✍ ***Chú ý 4:*** Khi một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$..., nhưng giữa chúng không có sự đặc biệt về biên độ hay sự lệch pha như những trường hợp đã xét ở trên. Lúc này để tìm A và φ thì tốt nhất ta dùng công thức tính nhanh tổng quát sau:

+ $\boxed{A_x = A\cos\varphi = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + ...}$

+ $\boxed{A_y = A\sin\varphi = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + ...}$

Khi đó: $\boxed{A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}}$ và $\boxed{\tan\varphi = \frac{A_y}{A_x}}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Nhưng cần chú ý rằng để lấy nghiệm đúng của φ, ta cần cẩn thận xem dấu của A_x và A_y như sau:

Nếu $\left.\begin{matrix} A_x > 0 \\ A_y > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \varphi$ thuộc góc phần tư thứ nhất của vòng tròn lượng giác.

$$\left.\begin{matrix} A_x < 0 \\ A_y > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \varphi \in \text{II}; \quad \left.\begin{matrix} A_x < 0 \\ A_y < 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \varphi \in \text{III}; \quad \left.\begin{matrix} A_x > 0 \\ A_y < 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \varphi \in \text{IV}$$

✍ ***Chú ý 5:*** Khi một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$..., cần tìm li độ, gia tốc, thế năng của vật tại thời điểm t nào đó. Gặp bài toán này, không cần thiết phải đi tìm phương trình của dao động tổng hợp, để làm nhanh, chỉ cần thay giá trị của t vào từng phương trình dao động thành phần sẽ thu được giá trị đại số của chúng, cuối cùng tính tổng $x = x_1 + x_2 + \ldots$ hay $a = a_1 + a_2 + \ldots$, vv.

✍ ***Chú ý 6:*** Nếu gặp bài toán cho phương trình dao động thành phần thứ nhất và phương trình dao động tổng hợp. Tìm phương trình dao động thành phần thứ 2. Ta nên làm như sau: Viết $x_1 + x_2 = x \Rightarrow x_2 = x - x_1 = x + (-x_1) = x + x_1'$ rồi tổng hợp như cách thông thường.

Ví dụ 1: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình: $x_1 = 3\cos\left(8t + \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 4\sin\left(8t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Biên độ dao động tổng hợp là

A. 7 cm. **B.** 3,5 cm. **C.** 5 cm. **D.** 1 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhìn vào đề bài ta thấy hai dao động thành phần có biên độ khác nhau nên sẽ không giải theo cách dùng công thức cộng lượng giác

+ Viết lại $x_2 = 4\sin\left(8t + \frac{\pi}{3}\right) = 4\cos\left(8t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 4\cos\left(8t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

+ Nhận thấy hai dao động thành phần ngược pha $\left(\Delta\varphi = -\frac{\pi}{6} - \frac{5\pi}{6} = -\pi\right)$ nên biên độ dao động tổng hợp là: $A = A_2 - A_1 = 4 - 3 = 1$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Phương trình dao động của một vật có dạng $x = A\sin\omega t + A\cos\omega t$. Biên độ dao động của vật là

A. $\frac{A}{2}$. **B.** 2A. **C.** $A\sqrt{2}$. **D.** $A\sqrt{3}$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 2: Vật thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương cùng tần số theo phương trình $x_1 = 4\sin(\pi t + \alpha)$ (cm) và $x_2 = 4\sqrt{3}\cos(\pi t)$ (cm). Biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị lớn nhất khi

A. $\alpha = \frac{\pi}{2}$. **B.** $\alpha = 0$. **C.** $\alpha = -\frac{\pi}{2}$. **D.** $\alpha = \pi$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị lớn nhất $A = A_{max}$ thì hai dao động thành phần phải cùng pha, muốn vậy ta phải viết lại 1 trong 2 dao động để chúng có cùng hàm sin hoặc cosin.

+ Viết lại $x_2 = 4\sqrt{3}\cos(\pi t) = 4\sqrt{3}\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

+ Để $A = A_{max}$ thì hai dao động thành phần phải cùng pha $\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 3: Một chất điểm tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, có phương trình lần lượt là: $x_1 = 7\cos\left(6\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = 3\cos(6\pi t + \varphi)$ (cm). Biên độ của dao động tổng hợp có thể nhận giá trị nào?

A. 2 cm. **B.** 5 cm. **C.** 12 cm. **D.** 15 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì biên độ của dao động tổng hợp chỉ có thể thuộc khoảng

$$|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2$$

Trong bài toán này ta có $4\text{ cm} \le A \le 10\text{ cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 4: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương, biểu thức có dạng $x_1 = \sqrt{3}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = \cos\left(2\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Phương trình dao động tổng hợp là

A. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). **B.** $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

C. $x = \sqrt{3}\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). **D.** $x = \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình dao động tổng hợp có dạng $x = A.\cos(2\pi t + \varphi)$

Nhận thấy $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$ *nên có thể xử lí bài toán trên theo 2 cách:*

Dùng công thức hoặc dùng hình vẽ để tính A và φ.

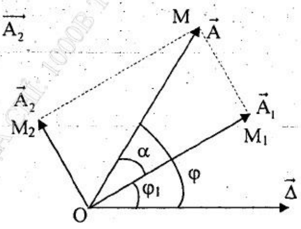
Cách 1: Dùng công thức: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = 2$ cm

$$\text{và } \tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{\sqrt{3}\sin\frac{\pi}{6} + 1.\sin\frac{2\pi}{3}}{\sqrt{3}\cos\frac{\pi}{6} + 1.\cos\frac{2\pi}{3}} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}\text{ rad}$$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) ⇒ *Đáp án B.*

Cách 2: Dùng hình vẽ

Vì $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$ nên $\overrightarrow{A_1} \perp \overrightarrow{A_2}$



Tam giác M_1MO vuông tại M_1 nên:

$+\ A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 2$ cm

$+\ \tan\alpha = \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$

$\Rightarrow \varphi = \varphi_1 + \alpha = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ngoài 2 cách trên, ta có cách thứ 3 nhanh và đơn giản hơn nhiều, đó là việc sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 - ES để tìm dao động tổng hợp (được trình bày ở phần sau)

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một chất điểm tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số $x_1 = 2\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Pha của dao động tổng hợp là

A. $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ rad. **B.** $\varphi = \frac{2\pi}{3}$ rad. **C.** $\varphi = \frac{\pi}{3}$ rad. **D.** $\varphi = \frac{\pi}{6}$ rad.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

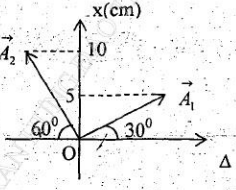
Bài toán 2: Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, cùng biên độ và có các pha ban đầu là $\frac{\pi}{3}$ và $-\frac{\pi}{6}$. Pha ban đầu của dao động tổng hợp hai dao động trên bằng

A. $-\frac{\pi}{2}$. **B.** $\frac{\pi}{4}$. **C.** $\frac{\pi}{6}$. **D.** $\frac{\pi}{12}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Bài toán 3: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số có giản đồ vectơ như hình vẽ. Biên độ dao động tổng hợp là

A. 5 cm.
B. 15,28 cm.
C. 20,82 cm.
D. $\sqrt{125}$ cm.



Ví dụ 5: Một vật khối lượng m = 200 g thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương $x_1 = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật ở thời điểm t = 0,25 s là

A. –1,4 m/s². **B.** 1,4 m/s². **C.** 2,8 m/s². **D.** –2,8 m/s².

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì hai dao động thành phần cùng pha nên chỉ cần sử dụng công thức cộng lượng giác thông thường ta có:

$$x = x_1 + x_2 = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) + 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right) = 7\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$$

Tại t = 0,25 s có $x = 7\cos\left(2\pi.0,25 - \frac{\pi}{6}\right) = 7\cos\frac{\pi}{3} = 3,5$ cm

Lúc đó $a = -\omega^2.x = -(2\pi)^2.3,5 = -140\ \text{cm/s}^2 = -1,4\ \text{m/s}^2$ ⇒ *Đáp án A.*

Ví dụ 6: Trong con lắc lò xo, vật có khối lượng m = 200 g đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình $x_1 = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) và $x_2 = 6\cos 5\pi t$ (cm). Lấy $\pi^2 = 10$. Thế năng của vật tại thời điểm t = 1s là

A. 90 mJ. **B.** 180 mJ. **C.** 900 J. **D.** 180 J.

Hướng dẫn giải:

Dễ dàng tìm được phương trình dao động tổng hợp: $x = 6\sqrt{2}\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm)

Tại thời điểm t = 1s có $x = 6\sqrt{2}\cos\left(5\pi .1 - \frac{\pi}{4}\right) = -6$ cm

⇒ Thế năng của vật:

$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}0,2.(5\pi)^2.(0,06)^2 = 0,09\ J = 90\ mJ \Rightarrow$ *Đáp án A.*

✍ ***Chú ý:*** Với 2 ví dụ ở trên, không nhất thiết phải tìm phương trình dao động tổng hợp, mà chỉ cần thay giá trị t vào biểu thức $x = x_1 + x_2$ sẽ nhận được giá trị cụ thể của x. Từ x sẽ tính tiếp được gia tốc $a = -\omega^2x$ hoặc thế năng $E_t = \frac{1}{2}kx^2$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Chuyển động của một vật là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương. Hai dao động này có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) và $x_2 = 3\cos\left(10t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm). Độ lớn vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng là

A. 100 cm/s. **B.** 50 cm/s. **C.** 80 cm/s. **D.** 10 cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 2: Một chất điểm thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương $x_1 = 8\cos 2\pi t$ (cm); $x_2 = 6\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm). Vận tốc cực đại của vật là

A. 20π (cm/s). **B.** 60 (cm/s). **C.** 4π (cm/s). **D.** 120 (cm/s).

Ví dụ 7: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động thanh phần cùng phương có dạng $x_1 = 6\cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right)$(cm) và $x_2 = A_2\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm). Biết dao động tổng hợp có vận tốc cực đại $v_{max} = 1,2\sqrt{3}$ m/s. Biên độ A_2 bằng

A. 6 cm. **B.** 8 cm. **C.** 12 cm. **D.** 20 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $v_{max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{1,2\sqrt{3}}{20} = 0,06\sqrt{3}m = 6\sqrt{3}cm$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Ta có: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi$

$$\Leftrightarrow\ (6\sqrt{3})^2 = 6^2 + A_2^2 + 2.6.A_2\cos\frac{2\pi}{3} \Rightarrow A_2^2 - 6A_2 - 72 = 0.$$

Chỉ lấy nghiệm dương nên $A_2 = 12\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 8: Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương với $x_1 = 4\cos\left(5\sqrt{2}t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$ và $x_2 = A_2\cos\left(5\sqrt{2}t + \pi\right)(\text{cm})$, trong đó t tính bằng giây. Biết độ lớn vận tốc của vật tại thời điểm động năng bằng thế năng là 40 cm/s. Biên độ dao động thành phần A_2 là

A. 4 cm. **B.** $4\sqrt{2}$ cm. **C.** $\sqrt{3}$ cm. **D.** $4\sqrt{3}$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi động năng bằng thế năng ta có: $2E_đ = E$

$$\Rightarrow\ 2\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow\ A^2 = \frac{2mv^2}{k} = 2\frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow A = 8\text{ cm}.$$

Nhận thấy 2 dao động thành phần vuông pha nên

$A^2 = A_1^2 + A_2^2 \Rightarrow A_2 = \sqrt{A^2 - A_1^2} = \sqrt{8^2 - 4^2} = 4\sqrt{3}$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 9: Một vật có khối lượng m = 200g thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình dao động $x_1 = 3\cos\left(15t + \frac{\pi}{6}\right)$cm và $x_2 = A_2\cos\left(15t + \frac{\pi}{2}\right)$cm. Biết cơ năng dao động tổng hợp của vật E = 0,06075J. Biên độ A_2 bằng

A. 1 cm. **B.** 3 cm. **C.** 4 cm. **D.** 6 cm

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ: $E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2E}{m\omega^2}} = \sqrt{\frac{2.0,06075}{0,2.15^2}} = 3\sqrt{3}.10^{-2}\text{m} = 3\sqrt{3}\text{cm}$

Mặt khác: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\Delta\varphi) \Rightarrow\ 27 = 3^2 + A_2^2 + 2.3.A_2.\frac{1}{2}$

$\Rightarrow A_2^2 + 3A_2 - 18 = 0$. Chỉ lấy nghiệm dương nên $A_2 = 3\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 10: Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình li độ $x = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm). Biết dao động thứ nhất có phương trình li độ $x_1 = 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Dao động thứ hai có phương trình li độ là

A. $x_2 = 8\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). **B.** $x_2 = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

C. $x_2 = 2\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm). **D.** $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm).

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn:

Cách 1: Nhận thấy dao động x_1 ngược pha với dao động tổng hợp x nên biên độ của dao động thành phần x_2 là $A_2 = A + A_1 = 3 + 5 = 8$ (cm). Pha của x_2 cùng pha với x nên bằng $-\frac{5\pi}{6}$. Vậy $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Cách 2: Từ $x_1 + x_2 = x \Rightarrow x_2 = x - x_1 = x + (-x_1)$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + \left(-5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\right)$$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + 5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6} + \pi\right)$$

$$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) + 5\cos\left(\pi t + \frac{7\pi}{6}\right) = 8\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)\text{cm}$$

Cách 3: Sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 - ES (được trình bày ở phần sau)

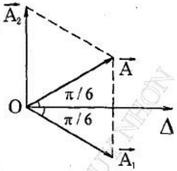
Ví dụ 11: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình $x_1 = 6\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$(cm), $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$(cm). Biết phương trình dao động tổng hợp $x = 6\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm). Giá trị A_2 và φ_2 là

A. $A_2 = 12$cm, $\varphi_2 = \frac{\pi}{3}$ **B.** $A_2 = 6$cm, $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

C. $A_2 = 6$cm, $\varphi_2 = \frac{\pi}{3}$ **D.** $A_2 = 12$cm, $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:



Giản đồ vectơ của bài toán như trên hình vẽ.

Do $A = A_1 = 6\text{cm}$, dễ dàng nhận thấy góc tại đỉnh O bằng 60^o và tam giác OAA_1 là tam giác đều.

Từ đó suy ra $A_2 = 6\text{cm}$ và $\varphi_2 = \dfrac{\pi}{2}$ ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 12: Hai chất điểm M_1, M_2 dao động điều hòa trên cùng một trục Ox với phương trình lần lượt là $x_1 = 5\cos(10\pi t)\text{cm}$ và $x_2 = 5\sin\left(10\pi t - \dfrac{5\pi}{6}\right)\text{cm}$. Phương trình của $(x_1 - x_2)$ là

A. $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$(cm). **B.** $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$(cm).

C. $5\cos\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$(cm). **D.** $5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$(cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Coi $x_2' = -x_2 = -5\sin\left(10\pi t - \dfrac{5\pi}{6}\right) = 5\sin\left(10\pi t - \dfrac{5\pi}{6} + \pi\right)$

$$= 5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$$

+ Lúc đó:

$$(x_1 - x_2) = x_1 + x_2' = 5\cos(10\pi t) + 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 5\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$$

⇒ *Đáp án D.*

***Lưu ý:** Bài toán trên sẽ đơn giản nếu biết sử dụng máy tính Casio fx 570 – ES*

Bài tập vận dụng: Một vật đồng thời thực hiện hai dao động điều hoà cùng phương $x_1 = A_1\cos\left(20t + \dfrac{\pi}{6}\right)\text{cm}$ và $x_2 = 3\cos\left(20t + \dfrac{5\pi}{6}\right)\textbf{cm}$. Biết vận tốc cực đại của vật là v_{max}= 140 cm/s. Biên độ A_1 của dao động thứ nhất và pha ban đầu của vật là

A. 8 cm, 32^0. **B.** 8 cm, 52^0. **C.** 5 cm, 32^0. **D.** 5 cm, 52^0.

LIỆU TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 13: Một vật đồng thời thực hiện ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số, biểu thức có dạng $x_1 = 2\sqrt{3}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm); $x_2 = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$(cm) và $x_3 = 8\cos(2\pi t - \pi)$ (cm). Phương trình của dao động tổng hợp là

A. $x = 6\sqrt{2}\cos(2\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm).
B. $x = 6.\cos(2\pi t + \frac{2\pi}{3})$ (cm).
C. $x = 6\sqrt{2}.\sin(2\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm).
D. $x = 6.\cos(2\pi t - \frac{2\pi}{3})$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhận thấy 3 dao động thành phần không có dấu hiệu nào đặc biệt, vì vậy ta dùng công thức tổng quát để tính.

Ta có: $A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + A_3\cos\varphi_3 = 2\sqrt{3}\cos(-\frac{\pi}{6}) + 4\cos(-\frac{\pi}{3}) + 8\cos(-\pi)$

$$A_x = 2\sqrt{3}.\frac{\sqrt{3}}{2} + 4.\frac{1}{2} + 8(-1) = -3$$

Và $\mathbf{A_y} = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + A_3\sin\varphi_3 = 2\sqrt{3}\sin(-\frac{\pi}{6}) + 4\sin(-\frac{\pi}{3}) + 8\sin(-\pi)$

$$= 2\sqrt{3}.\left(-\frac{1}{2}\right) + 4.\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 8.0 = -3\sqrt{3}$$

Nên $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{(-3)^2 + \left(-3\sqrt{3}\right)^2} = 6$ cm

$\tan\varphi = \frac{A_y}{A_x} = \frac{-3\sqrt{3}}{-3} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{3}$

Vậy $x = 6.\cos(2\pi t - \frac{2\pi}{3})$ (cm) ⇒ *Đáp án D.*

Lưu ý: *Bài toán trên cũng sẽ đơn giản nếu biết sử dụng máy tính fx 570 – ES*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = 5\cos(\omega t - \frac{\pi}{6})$; $x_2 = 5\cos(\omega t + \frac{5\pi}{6})$ và $x_3 = 5\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

Dao động tổng hợp của chúng có dạng

A. $x = 5\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$
B. $x = 0$
C. $x = 5\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$
D. $x = 5\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Bài toán 2: Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = 4.\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm); $x_2 = 4.\sin(2\pi t + \frac{11\pi}{12})$ (cm) và $x_3 = 6.\sin(2\pi t - \frac{5\pi}{12})$ (cm). Phương trình dao động tổng hợp của vật là

A. $x = 2\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm).
B. $x = 2\sin(2\pi t - \frac{5\pi}{12})$ (cm).
C. $x = 3.\sin(2\pi t + \pi)$ (cm).
D. $x = 4.\sin(2\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

Bài toán 3: Biên độ của hai dao động thành phần là 3cm và 5cm. Biên độ của dao động tổng hợp bằng 7cm. Tìm độ lớn của sự lệch pha của 2 dao động thành phần.

Hướng dẫn sử dụng máy tính Casio fx 570 - ES để giải quyết các bài toán tổng hợp dao động một cách nhanh chóng

Giả sử có hai dao động thành phần cùng phương: $\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$

Để tìm nhanh A và φ của phương trình dao động tổng hợp $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, bằng máy tính fx 570 ES ta có thể thực hiện như sau:

+ Bước 1: Bấm $\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{2}$ để chọn hàm phức CMPLX

+ Bước 2: Chọn chế độ nhập góc (pha ban đầu) dưới dạng **độ** hoặc **rad.** Vì pha ban đầu có đơn vị là radian nên ta sẽ chọn cách nhập theo rad, muốn vậy chỉ cần bấm $\boxed{\text{Shift}}\ \boxed{\text{MODE}}\ \boxed{4}$. Trên màn hình sẽ thể hiện **R**

+ Bước 3: Nhập các giá trị và hiển thị kết quả

$$A_1\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{(-)}\ \varphi_1\ \boxed{+}\ A_2\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{(-)}\ \varphi_2\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{2}\boxed{3}\boxed{=}$$

Vận dụng 1: $\begin{cases} x_1 = \sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)\ (\text{cm}) \\ x_2 = \cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)\ (\text{cm}) \end{cases}$

Bấm: $\sqrt{3}\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{(-)}\ \frac{\pi}{3}\ \boxed{+}\ 1\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{(-)}\ -\frac{\pi}{6}\ \boxed{\text{Shift}}\ \boxed{2}\boxed{3}\boxed{=}$ kết quả $2\angle\frac{\pi}{6}$

Vậy $A = 2$ cm và $\varphi = \frac{\pi}{6}$ rad nên dao động tổng hợp $x = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Vận dụng 2: $\begin{cases} x_1 = \dfrac{\sqrt{2}}{3}\cos(7\pi t)\ \text{(cm)} \\ x_2 = 2\cos\left(7\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)\ \text{(cm)} \\ x_3 = \sqrt{2}\cos\left(7\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)\ \text{(cm)} \end{cases}$

Bấm: $\dfrac{\sqrt{2}}{3}$ Shift (–) 0 + 2 Shift (–) $\dfrac{\pi}{4}$ + $\sqrt{2}$ Shift (–) $-\dfrac{\pi}{2}$ Shift 2 3 = $4\dfrac{\sqrt{2}}{3}$

Vậy A = $4\dfrac{\sqrt{2}}{3}$ cm và $\varphi = 0$ ⇒ dao động tổng hợp $x = \dfrac{4\sqrt{2}}{3}\cos 7\pi t\,(\text{cm})$

Vận dụng 3: $\begin{cases} x_1 = 3\cos\left(5\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)\ \text{(cm)} \\ x_2 = 3\sqrt{3}\cos\left(5\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)\ \text{(cm)} \end{cases}$

Bấm: 3Shift (–) $\dfrac{\pi}{4}$ + $3\sqrt{3}$ Shift (–) $-\dfrac{\pi}{4}$ Shift 2 3 = $6\angle -\dfrac{\pi}{12}$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là $x = 6\cos\left(5\pi t - \dfrac{\pi}{12}\right)(\text{cm})$

🕮 Sau khi đã bấm máy thành thạo, ta có thể giải lại các ví dụ 4, 10, 11, 12, 13. Chẳng hạn, ở ví dụ 10, ta bấm:

3$\boxed{\text{Shift}}$ $\boxed{(-)}$ $-\dfrac{5\pi}{6}$ $\boxed{+}$ 5 $\boxed{\text{Shift}}$ $\boxed{(-)}$ $\dfrac{\pi}{6}$ $\boxed{\text{Shift}}$ $\boxed{2}\boxed{3}\boxed{=}$ kết quả $8\angle -\dfrac{5}{6}\pi$

Vậy $x_2 = 8\cos\left(\pi t - \dfrac{5\pi}{6}\right)$ cm ⇒ *Đáp án D.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

B. CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

1. Dao động tự do

Dao động mà chu kì dao động của vật chỉ phụ thuộc các đặc tính của hệ dao động, *không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài* được gọi là dao động tự do. *Chu kì dao động tự do* gọi là *chu kì dao động riêng.*

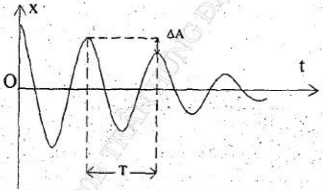
Con lắc lò xo là một ví dụ vì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ chỉ phụ thuộc vào các đặc tính bên trong của hệ đó là k và m, không phụ thuộc vào các yếu tố nào bên ngoài.

2. Dao động tắt dần

a. Định nghĩa: Là dao động mà biên độ giảm dần theo thời gian.

b. Nguyên nhân

Do lực ma sát của môi trường lên cơ hệ. Lực này thực hiện công âm làm cơ năng của con lắc giảm dần. Ma sát càng lớn, dao động sẽ ngừng lại (tắt) càng nhanh.



c. Chú ý khi làm bài tập

+ Liên hệ giữa độ giảm cơ năng và độ giảm biên độ: $\boxed{\frac{\Delta E}{E} \approx 2.\frac{\Delta A}{A}}$

+ Vật nặng trong con lắc lò xo dao động tắt dần với biên độ ban đầu A, hệ số ma sát μ. Độ giảm biên độ sau mỗi chu kì là $\boxed{\Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4\mu g}{\omega^2}}$,

+ Để tính được thời gian và quãng đường từ lúc khảo sát (**vật ở biên**) đến lúc dừng lại ta làm như sau:

- Tính độ giảm biên độ sau ½ chu kì: $\Delta A_{1/2} = \frac{\Delta A}{2} = \frac{2\mu mg}{k} = \frac{2\mu g}{\omega^2} = \frac{2F_c}{k}$
- Xác định số nửa chu kì vật thực hiện được, đó là giá trị N nguyên thỏa mãn biểu thức: $\left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2}\right) \le N < \left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2}\right)$
- Thời gian của dao động $t = N.\frac{T}{2}$
- Quãng đường đi được $S = N\left(2A_1 - N.\Delta A_{1/2}\right)$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

3. Dao động duy trì

a. Định nghĩa: Là dao động có biên độ không đổi theo thời gian

b. Nguyên tắc duy trì dao động

Về nguyên tắc phải tác dụng vào con lắc một lực tuần hoàn với tần số bằng tần số riêng. Lực này phải nhỏ để không làm biến đổi tần số riêng của con lắc, *cung cấp cho nó một năng lượng đúng bằng phần năng lượng tiêu hao sau mỗi nửa chu kì.*

4. Dao động cưỡng bức

a. Định nghĩa

Là dao động luôn chịu tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, biểu thức lực có dạng $F = F_0\cos(\omega t + \varphi)$.

b. Đặc điểm: Có 2 đặc điểm chính:

* Về tần số: Trong khoảng thời gian ban đầu nhỏ, dao động của vật là một dao động phức tạp vì đó là sự tổng hợp của dao động riêng và dao động do ngoại lực gây ra. Sau khoảng thời gian nhỏ này, dao động riêng bị tắt hẳn, chỉ còn lại dao động do tác dụng của ngoại lực gây ra, *đó là dao động cưỡng bức, và dao động cưỡng bức này có **tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.***

* Về biên độ: Dao động cưỡng bức có biên độ phụ thuộc **vào F_0, vào ma sát** và đặc biệt phụ thuộc **vào độ chênh lệch giữa tần số f của lực cưỡng bức và tần số riêng f_0 của hệ**. Nếu tần số f càng gần với tần số riêng f_0 thì biên độ của dao động cưỡng bức càng tăng, và nếu $f \approx f_0$ thì xảy ra cộng hưởng.

Chú ý: Dao động duy trì và dao động cưỡng bức có sự khác biệt như sau:

+ Về sự bù đắp năng lượng:

– Tự dao động: cung cấp một lần năng lượng, sau đó hệ tự bù đắp năng lượng từ từ cho con lắc.

– Dao động cưỡng bức: bù đắp năng lượng cho con lắc từ từ trong từng chu kì và do ngoại lực thực hiện thường xuyên.

+ Về tần số:

– Tự dao động: dao động duy trì theo tần số f_0 của hệ.

– Dao động cưỡng bức: dao động duy trì theo tần số f của ngoại lực.

c. Sự cộng hưởng

– ***Định nghĩa***: Cộng hưởng là hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng nhanh đột ngột đến một *giá trị cực đại* khi tần số f của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của f_0 của hệ.

– ***Đặc điểm***: Hiện tượng thể hiện rõ nét nếu lực cản của môi trường nhỏ.

– ***Ứng dụng của cộng hưởng:***

* *Cộng hưởng có lợi:*

– Với một lực nhỏ có thể tạo dao động có biên độ lớn, ví dụ một em nhỏ cần đưa võng cho người lớn, sức của em bé có hạn nên không thể đẩy võng lên cao ngay được, nhưng nếu em bé đẩy võng bằng những xung nhịp mà tần số bằng tần số riêng của võng thì có thể đưa võng lên rất cao.

– Bản thân dây đàn phát ra âm rất nhỏ, nhờ bầu đàn đóng vai trò hộp cộng hưởng mà âm phát ra to hơn.

* *Cộng hưởng có hại:* Mọi vật đàn hồi đều là hệ dao động và đều có tần số riêng của nó. Đó có thể là chiếc cầu, bệ máy, khung xe, thành tàu,... Nếu vì một lí do nào đó chúng dạo động cộng hưởng với một vật dao động khác, điều này làm chúng rung lên rất mạnh và có thể bị gãy, đổ.

Ví dụ 1: Một vật khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động với biên độ 3 cm thì chu kì dao động của nó là T = 0,3 s. Nếu kích thích cho vật dao động với biên độ 6 cm thì chu kì dao động của nó là

A. 0,15s. **B.** 0,3s. **C.** 0,6s. **D.** 0,173s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Con lắc lò xo có chu kì chỉ phụ thuộc vào các đặc trưng của hệ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ nên là một hệ dao động tự do ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 2: Một con lắc dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kì biên độ giảm 3%. Phần năng lượng của con lắc mất đi trong một dao động toàn phần là bao nhiêu?

A. 3%. **B.** 6%. **C.** 9%. **D.** 94%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $A_2 = A_1 - \frac{3}{100}A_1 = 0,97A_1$ nên phần năng lượng mất đi là:

$$\frac{\frac{1}{2}m\omega^2A_1^2 - \frac{1}{2}m\omega^2A_2^2}{\frac{1}{2}m\omega^2A_1^2}.100\% = \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}.100\% = \left[1-(0,97)^2\right].100\% = 5,91\%$$

⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 3: Cơ năng của một dao động tắt dần chậm giảm 5% sau mỗi chu kì. Sau mỗi chu kì biên độ giảm

A. 5%. **B.** 2,5%. **C.** 10%. **D.** 2,24%.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $$5\% = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2A^2 - \frac{1}{2}m\omega^2A'^2}{\frac{1}{2}m\omega^2A^2}.100\% = \frac{A^2 - A'^2}{A^2}.100\%$$

$$5 = \frac{(A - A')(A + A')}{A.A}.100 \approx \frac{\Delta A.2A}{A.A}.100 = \frac{\Delta A.2}{A}.100$$

$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A} = \frac{5}{2.100} = \frac{2,5}{100} = 2,5\% \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Chú ý: Hãy nhớ công thức liên hệ giữa độ giảm cơ năng và độ giảm biên độ $\boxed{\frac{\Delta E}{E} \approx 2.\frac{\Delta A}{A}}$ để giải các bài toán xuôi ngược như ví dụ 2 và 3 cho nhanh.

Ví dụ 4: Một con lắc dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ giảm 2% so với lượng còn lại. Sau 5 chu kì, so với năng lượng ban đầu, năng lượng còn lại của con lắc bằng

A. 74,4%. **B.** 18,47%. **C.** 25,6%. **D.** 81,53%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $A' = A - \frac{2}{100}A = 0,98A$ nên $\frac{E'}{E} = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2A'^2}{\frac{1}{2}m\omega^2A^2} = \left[\frac{A'}{A}\right]^2 = \left[\frac{0,98A}{A}\right]^2 = 0,96$

Như vậy sau 1 chu kì, năng lượng còn lại $E' = 0,96E$

Do cứ sau mỗi chu kì biên độ lại giảm 2% so với lượng còn lại, nên một cách tương tự, ta có:

$$E'' = 0,96E' = 0,96.0,96E = (0,96)^2 E$$

$$E''' = 0,96E'' = 0,96.(0,96)^2 E = (0,96)^3 E$$

……

Vậy sau 5 chu kì $E''''' = (0,96)^5 E = 0,8153E = 81,53\%E \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài toán bạn đọc tự giải: Một con lắc lò xo đang dao động tắt dần với cơ năng ban đầu của nó là 8 J, sau ba chu kì đầu tiên biên độ của nó giảm đi 10%. Phần cơ năng chuyển thành nhiệt sau khoảng thời gian đó là

A. 6,3 J. **B.** 7,2 J. **C.** 1,52 J. **D.** 2,7 J.

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng có khối lượng m = 50 g, lò xo có độ cứng là k = 50 N/m. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Biết rằng biên độ dao động giảm đi ΔA = 1mm sau mỗi lần qua vị trí cân bằng. Hệ số ma sát μ giữa vật và mặt phẳng ngang là

A. 0,01. **B.** 0,03. **C.** 0,05. **D.** 0,1.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giữa hai lần vật đi qua VTCB, quãng đường vật đi được S = A + A' nên công của lực ma sát là $A_{ms} = F_{ms}.S = \mu P.(A + A') = \mu mg.(A + A')$.

+ Độ giảm cơ năng: $\Delta E = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}k\left(A^2 - A'^2\right) = \frac{1}{2}k.\Delta A.(A + A')$

+ Vì độ giảm cơ năng đúng bằng công của lực ma sát $\Delta E = A_{ms}$ nên

$$\frac{1}{2}k.\Delta A.(A + A') = \mu mg(A + A') \Rightarrow \mu = \frac{k.\Delta A}{2mg}$$

Thay số ta được: $\mu = \frac{50.1.10^{-3}}{2.50.10^{-3}.10} = 0,05 \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 6: Con lắc lò xo nằm ngang gồm vật nặng có khối lượng m = 400g, lò xo có độ cứng k = 100 N/m. Kéo vật khỏi vị trí cân bằng một đoạn 3cm rồi thả nhẹ để vật dao động. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,005$, lấy $g = 10\ m/s^2$. Biên độ dao động còn lại sau chu kì đầu tiên là

A. $A_1 = 2,99$cm. **B.** $A_1 = 2,96$cm. **C.** $A_1 = 2,92$cm. **D.** $A_1 = 2,89$cm.

Phân tích và hướng dẫn giải

Độ giảm biên độ sau mỗi chu kì: $\Delta A = \frac{4.\mu mg}{k} = \frac{4.0,005.0,4.10}{100} = 8.10^{-4}$ m

Vậy $A_1 = A_0 - \Delta A = 3 - 0,08 = 2,92$ (cm) $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài toán bạn đọc tự giải: Một vật khối lượng 100 g nối với một lò xo có độ cứng 100 N/m. Đầu còn lại của lò xo gắn cố định, sao cho vật có thể dao động trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 8 cm rồi buông nhẹ. Lấy gia tốc trọng trường $10\ m/s^2$. Khi hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nằm ngang là 0,2. Biên độ dao động của vật sau 5 chu kì dao động là

A. 2 cm. **B.** 6 cm. **C.** 5 cm. **D.** 4 cm.

Ví dụ 7: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang, gồm vật nhỏ có khối lượng m = 100g, lò xo có độ cứng k = 10 N/m. Ban đầu kéo vật rời vị trí cân bằng một đoạn 9,5 cm rồi buông nhẹ để vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang $\mu = 0,1$. Lấy gia tốc trọng trường g = 10 m/s^2. Hãy tính thời gian và quãng đường vật chuyển động từ lúc vật bắt đầu dao động đến lúc vật dừng lại.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Độ giảm biên độ sau một nửa chu kì là: $\Delta A_{1/2} = \dfrac{2\mu mg}{k} = 0,02(m)$
- Số nửa chu kì vật thực hiện được là giá trị N nguyên thỏa mãn:

$$\left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2}\right) \le N < \left(\frac{A}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2}\right) \Rightarrow \left(\frac{9,5}{2} - \frac{1}{2}\right) \le N < \left(\frac{9,5}{2} + \frac{1}{2}\right)$$

$$\Rightarrow 4,25 \le N < 5,25$$

Chọn N = 5 nên trước khi dừng, vật thực hiện được 5 nửa chu kì, vậy:

Thời gian của chuyển động $t = N.\dfrac{T}{2} = 5.\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 5.\pi\sqrt{\dfrac{0,1}{10}} = 0,5\pi(s)$

Quãng đường đi được $S = N\left(2A_1 - N.\Delta A_{1/2}\right) = 5\left(2.9,5 - 5.2\right) = 45(cm)$

** Bài toán trên là một dạng bài toán hay về dao động tắt dần, để hiểu được cách tính như vậy, cần phải có thời gian để suy nghĩ và xây dựng biểu thức tính, ở đây tôi chỉ nêu cách tính nhanh để các em làm bài thi trắc nghiệm.*

Bài toán bạn đọc tự giải: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm một vật có khối lượng m = 100g gắn vào một lò xo có độ cứng k = 10N/m. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là 0,1. Ban đầu đưa vật đến vị trí lò xo bị nén 9 cm và thả nhẹ. Lấy g = 10m/s^2. Tính thời gian, quãng đường vật đi được cho tới khi dừng lại?

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo bố trí nằm ngang, vật nặng có khối lượng m = 100 g, lò xo có độ cứng là k = 160 N/m. Lấy g = 10 m/s^2. Khi vật đang ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho vật vận tốc v_0 = 2 m/s theo phương ngang để vật dao động. Do giữa vật và mặt phẳng ngang có lực ma sát với hệ số ma sát $\mu = 0,01$ nên dao động của vật sẽ tắt dần. Tìm tốc độ trung bình của vật trong suốt quá trình vật chuyển động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn tìm được tốc độ trung bình, trước hết cần phải tìm thời gian và quãng đường mà vật đi được cho tới khi dừng lại, ta có 2 cách tính:

Cách 1: Tính chính xác

Vị trí biên đầu tiên được tính theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{1}{2}kA_0^2 + \mu mgA_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow A_0 = 4,99(cm)$$

Độ giảm biên độ sau ½ chu kì là $\Delta A_{1/2} = \frac{2\mu mg}{k} = 0,0125(cm)$

Số nửa chu kì vật thực hiện được là giá trị **N** nguyên thỏa mãn:

$$\left(\frac{A_0}{\Delta A_{1/2}} - \frac{1}{2}\right) \le N < \left(\frac{A_0}{\Delta A_{1/2}} + \frac{1}{2}\right) \Rightarrow 398,7 \le N < 399,7$$

Chọn N = 399 nên **tính từ vị trí biên ban đầu**, trước khi dừng, vật thực hiện được 399 nửa chu kì, suy ra:

Thời gian của chuyển động $t = \frac{T}{4} + N.\frac{T}{2} = 31,36(s)$

Quãng đường đi được:

$$S = A_0 + N\left(2A_0 - N.\Delta A_{1/2}\right) = 4,99 + 1992 = 1996,99(cm)$$

Lúc này, tốc độ trung bình $\overline{v} = \frac{S}{t} = \frac{1996,99}{31,36} = 63,679\ cm/s$

Cách 2: Tính gần đúng

- Biên độ ban đầu $A_0 = \frac{v_0}{\omega} = v_0\sqrt{\frac{m}{k}} = 2.\sqrt{\frac{100.10^{-3}}{160}} = 0,05(m) = 5(cm)$
- Độ giảm cơ năng sau mỗi chu kì bằng độ lớn công của lực ma sát nên $\Delta E = \frac{1}{2}k\left(A^2 - A'^2\right) \approx \frac{1}{2}k.\Delta A.2A = A_{ms} = \mu mg.\Delta A$. Từ đây tính được độ giảm biên độ sau mỗi chu kì: $\Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = 0,25.10^{-3}\ (m) = 0,025\ (cm)$
- Số dao động mà vật thực hiện được: $N = \frac{A_0}{\Delta A} = \frac{5}{0,025} = 200$ nên tổng thời gian từ lúc dao động đến lúc dừng lại $t = N.T = N.2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 200.2\pi\sqrt{\frac{100.10^{-3}}{160}} = 31,4s$

- Độ giảm cơ năng bằng độ lớn công của lực ma sát trong suốt quá trình dao động đó nên: $\Delta E = \frac{1}{2}k\left(A_0^2 - 0\right) = \frac{1}{2}kA_0^2 = A_{ms} = \mu mg.S_{\sum}$. Từ biểu thức này, tính được tổng quãng đường vật đi được: $S_{\sum} = \frac{kA_0^2}{2\mu mg} = 20\ (m)$

- Tốc độ trung bình $\overline{v} = \frac{S_{\sum}}{t} = \frac{20}{31,4} = 0,637$ m/s

Lưu ý: *Cách tính 2 là không đúng với hiện tượng vật lí, tuy nhiên nó cho kết quả gần đúng với cách tính 1, ta chỉ có thể áp dụng cách 2 khi sự tắt dần là rất chậm* ($\Delta A = 0,025$ cm *rất nhỏ so với* $A_0 = 5$ cm) *và 4 phương án trắc nghiệm A B C D mà bài toán đưa ra lệch nhau nhiều. Đây cũng là 1 kỹ thuật làm bài thi trắc nghiệm:* ***Giải theo con đường sai để từ đó chọn phương án đúng!***

Bài toán bạn đọc tự giải:

Bài toán 1: Con lắc lò xo đặt nằm ngang, gồm vật nặng có khối lượng m = 200g, lò xo có độ cứng k = 160 N/m. Ban đầu kích thích cho vật dao động với biên độ A_0 = 4cm. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0,005$, lấy $g = 10\ m/s^2$. Tìm số dao động vật thực hiện cho đến lúc dừng lại?

Bài toán 2: Vật nặng trong con lắc lò xo có m = 100 g, khi vật đang ở vị trí cân bằng người ta truyền cho nó một vận tốc ban đầu 2 m/s. Do ma sát vật dao động tắt dần. Nhiệt lượng toả ra môi trường khi dao động tắt hẳn là

A. 200 J. **B.** 0,2 J. **C.** 0,1 J. **D.** 0,02 J.

Bài toán 3: Một vật dao động tắt dần với biên độ ban đầu là 0,97 cm. Sau khi ra đến biên lần thứ nhất có biên độ là 0,91 cm. Hãy cho biết vật ra vị trí biên bao nhiêu lần rồi dừng lại?

Bài toán 4: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nghiêng một góc 60^0 so với phương ngang. Độ cứng của lò xo k = 400 N/m, vật có khối lượng m = 100g, lấy $g = 10\ m/s^2$, hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn là $\mu = 0,02$. Lúc đầu đưa vật tới vị trí cách vị trí cân bằng 4cm rồi buông nhẹ. Tìm quãng đường vật đi được từ lúc bắt đầu dao động đến lúc dừng lại?

Bài toán 5: Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm lò xo nhẹ cỏ độ cứng k = 100N/m, một đầu cố định, một đầu gắn vật nặng khối lượng m = 0,5 kg. Ban đầu kéo vật theo phương thẳng đứng khỏi vị trí cân bằng 5 cm rồi buông nhẹ cho vật dao động. Trong quá trình dao động vật luôn chịu tác dụng của lực cản có độ lớn bằng 1/100 trọng lực tác dụng lên vật. Coi biên độ của vật giảm đều trong từng chu kì, lấy $g = 10\ m/s^2$. Số lần vật qua vị trí cân bằng kể từ khi thả vật đến khi nó dừng hẳn là bao nhiêu?

Ví dụ 9: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,02 kg và lò xo có độ cứng k = 1 N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,1. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là

A. $10\sqrt{30}$ cm/s. **B.** $20\sqrt{6}$ cm/s. **C.** $40\sqrt{2}$ cm/s. **D.** $40\sqrt{3}$ cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sau khi buông, vật được tăng tốc nhờ hợp lực theo phương ngang (lực đẩy của lò xo và lực ma sát trượt), vận tốc của vật cực đại tại vị trí x mà ở đó hợp lực này bằng không tức 2 lực này cân bằng nhau $kx = \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} = 0,02(m)$

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có

$$\frac{1}{2}kx_0^2 - \Big[\text{àn cơ năng ta có} \quad 1 \Big] \quad x)$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}\left(x_0^2 - x^2\right) - 2\mu mg\left(x_0 - x\right)} = 40\sqrt{2}\ cm/s \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

Bài toán bạn đọc tự giải:

Bài toán 1: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,2 kg và lò xo có độ cứng 20 N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,1. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 5 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Vật đạt tốc độ lớn nhất sau khi đi được quãng đường là

A. 3 cm. **B.** 4 cm. **C.** 2 cm. **D.** 1 cm.

Bài toán 2: Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng 100g gắn vào lò xo có độ cứng 0,01N/cm dao động tắt dần chậm từ thời điểm t = 0 với biên độ ban đầu là 10cm. Trong quá trình dao động, lực cản tác dụng vào vật có độ lớn không đổi 10^{-3}N. Tính tốc độ lớn nhất của vật sau thời điểm t = 21,4s?

Bài toán 3: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm một vật có khối lượng m = 100g gắn vào một lò xo có độ cứng k = 10N/m. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là 0,1. Ban đầu đưa vật đến vị trí lò xo bị nén một đoạn và thả nhẹ. Khi vật đi qua điểm M, tốc độ của vật đạt cực đại lần thứ nhất và bằng 60cm/s. Hỏi vật sẽ đi qua điểm M mấy lần nữa và hãy tính tốc độ của vật mỗi khi nó đi qua M?

Bài toán 4: Một con lắc lò xo dao động trên mặt phẳng nằm ngang. Ban đầu, kéo vật đến vị trí lò xo bị dãn 9,5cm và buông nhẹ thì sau khi đi được quãng đường 8,5cm, vật đạt được tốc độ cực đại là 85cm/s. Bỏ qua lực cản của không khí tác dụng vào vật. Hãy tính thời gian và quãng đường vật chuyển động từ lúc bắt đầu dao động đến lúc vật dừng lại?

Ví dụ 10: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,2 kg và lò xo có độ cứng 20 N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,01. Từ vị trí lò xo không bị biến dạng, truyền cho vật vận tốc ban đầu 1 m/s thì thấy con lắc dao động tắt dần trong giới hạn đàn hồi của lò xo. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Tính độ lớn của lực đàn hồi cực đại của lò xo trong quá trình dao động?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chọn trục tọa độ Ox trùng với trục của lò xo, gốc tọa độ O (cũng là gốc thế năng) tại vị trí lò xo không biến dạng, chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của con lắc. Độ lớn của lực đàn hồi của lò xo đạt giá trị cực đại trong 1/4 chu kì đầu tiên, khi đó vật ở vị trí biên.

Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có: $W_{đ0} = W_{tmax} + |A_{ms}|$

hay $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA_{max}^2 + \mu mgA_{max} \Rightarrow \frac{k}{m}A_{max}^2 + 2\mu gA_{max} - v_0^2 = 0.$

Thay số: $100A_{max}^2 + 0{,}2A_{max} - 1 = 0 \Rightarrow A_{max} = 0{,}099\ m$

$\Rightarrow F_{max} = kA_{max} = 1{,}98\ N.$

Ví dụ 11: Một chiếc xe chạy trên con đường lát gạch, cứ sau 15 m trên đường lại có một rãnh nhỏ. Biết chu kì dao động riêng của khung xe trên các lò xo giảm xóc là 1,5 s. Hỏi vận tốc xe bằng bao nhiêu thì xe bị xóc mạnh nhất?

A. 54 km/h. **B.** 27 km/h. **C.** 34 km/h. **D.** 36 km/h.

Hướng dẫn giải:

Chu kì của ngoại lực tác dụng lên xe $T = \frac{L}{v}$.

Chu kì dao động riêng $T_0 = 1{,}5$ s.

Xe bị xóc mạnh nhất khi $T = T_0 \Rightarrow \frac{L}{v} = T_0 \Rightarrow v = \frac{L}{T_0} = \frac{15}{1{,}5} = 10(m/s) \Rightarrow$ *Chọn D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một con lắc đơn có độ dài $l = 16$ cm được treo trong toa tàu ở ngay vị trí phía trên của trục bánh xe. Chiều dài mỗi thanh ray là 12 m. Lấy $g = 10\ m/s^2$ và $\pi^2 = 10$, coi tàu chuyển động thẳng đều. Con lắc sẽ dao động mạnh nhất khi vận tốc đoàn tàu là

A. 15 m/s. **B.** 1,5 cm/s. **C.** 1,5 m/s. **D.** 15 cm/s.

Bài toán 2: Trong trò chơi đánh đu ở các hội xuân, từng cặp người tham gia chơi sẽ tác dụng lực lên chiếc đu một cách tuần hoàn để đưa đu lên cao bằng cách nhún người trên đu. Giả sử hệ người đu giống như một con lắc đơn có chiều dài dây treo là $l = 5$m, gia tốc trọng trường nơi treo đu là $9{,}8 m/s^2$. Để đưa được đu lên độ cao cực đại mỗi phút hai người chơi đu sẽ phải nhún

A. 40 lần. **B.** 27 lần. **C.** 13 lần. **D.** 5 lần.

Ví dụ 12: Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m = 100 g, lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Tác dụng vào vật một lực tuần hoàn biên độ F_0 và tần số $f_1 = 4$ Hz thì biên độ dao động ổn định của hệ là A_1. Nếu giữ nguyên biên độ F_0 nhưng tăng tần số đến giá trị $f_2 = 5$ Hz thì biên độ dao động ổn định của hệ là A_2. Chọn phương án đúng?

A. $A_2 > A_1$ **B.** $A_2 = A_1$ **C.** $A_2 < A_1$ **D.** $A_2 \geq A_1$

Hướng dẫn:

+ Tần số dao động riêng của con lắc lò xo $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{40}{0,1}} = 3,18$ Hz

+ Do $|f_2 - f_0| > |f_1 - f_0|$ nên $A_2 < A_1 \Rightarrow$ *Đáp án C.*

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một vật khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động với biên độ 3 cm thì chu kì dao động của nó là T = 0,3 s. Nếu kích thích cho vật dao động với biên độ 6 cm thì chu kì dao động của nó là

A. 0,3 s. **B.** 0,15 s. **C.** 0,6 s. **D.** 0,173 s.

Câu 2: Một vật dao động tắt dần có các đại lượng giảm liên tục theo thời gian là

A. biên độ và gia tốc. **B.** li độ và tốc độ.

C. biên độ và năng lượng. **D.** biên độ và tốc độ.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Câu 3: Trong các đại lượng **không** thay đổi theo thời gian trong dao động tắt dần có

A. động năng. **B.** cơ năng. **C.** biên độ. **D.** tần số.

Câu 4: Một vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số và đồng pha. Nếu chỉ tham gia dao động thứ nhất, vật đạt được vận tốc cực đại v_1. Nếu chỉ tham gia dao động thứ hai, vật đạt được vận tốc cực đại v_2. Khi tham gia đồng thời hai dao động, vật đạt được vận tốc cực đại là

A. $v = v_1 + v_2$. **B.** $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$. **C.** $v > v_1 + v_2$. **D.** $v < v_1 + v_2$.

Câu 5: Hai chất điểm dao động điều hoà trên cùng một trục Ox, phương trình dao động lần lượt là: $x_1 = 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm) và $x_1 = 10\sqrt{2}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$(cm). Hai chất điểm cách nhau 5 cm ở thời điểm lần thứ 2 kể từ thời điểm ban đầu là
A. 11/24 s. B. 1/9 s. C. 1/8 s. D. 5/24s

A. $\frac{11}{24}$s. **B.** $\frac{1}{9}$s. **C.** $\frac{1}{8}$s. **D.** $\frac{5}{24}$s.

Câu 6: Ba con lắc lò xo được treo thẳng đứng cách đều nhau theo thứ tự 1, 2, 3. Vị trí cân bằng của ba vật dao động cùng nằm trên một đường thẳng. Chọn trục Ox có phương thẳng đứng, gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, phương trình lần lượt của chúng là $x_1 = 3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$, $x_2 = 1,5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$ và

$x_3 = A_3\cos(5\pi t + \varphi_3)(\text{cm})$. Hãy tìm A_3 và φ_3 để ba vật khi dao động chúng luôn luôn nằm trên một đường thẳng?

Câu 7: Vật tham gia đồng thời hai dao động điều hoà: $x_1 = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$, $x_2 = A_2\cos(10t + \varphi_2)$. Phương trình tổng hợp $x = 2\cos(10t + \varphi)$ cm. Biết $\varphi - \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$. Tìm A_2 và φ.

Câu 8: Một con lắc đơn có chiều dài 0,992 (m), quả cầu nhỏ có khối lượng 25 (g). Cho nó dao động tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s^2 với biên độ góc 4^0, trong môi trường có lực cản tác dụng. Biết con lắc đơn chỉ dao động được 50 (s) thì ngừng hẳn. Xác định độ hao hụt cơ năng trung bình sau một chu kì.

A. 20 μJ. **B.** 22 μJ. **C.** 23 μJ. **D.** 24 μJ.

Câu 9: Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.

C. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 5: SÓNG CƠ HỌC

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN

1. Định nghĩa và đặc điểm của sóng cơ học

* Sóng cơ học là quá trình lan truyền các dao động cơ học theo thời gian trong môi trường vật chất.

* *Một đặc điểm quan trọng: Khi sóng truyền qua, các phần tử của môi trường chỉ dao động quanh vị trí cân bằng của chúng mà không chuyển dời theo sóng, chỉ có pha dao động của chúng được truyền đi.*

2. Phân loại

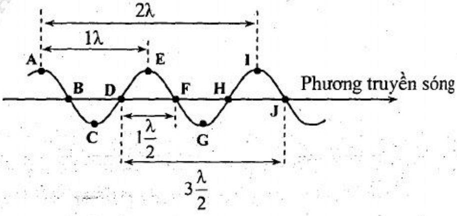
Gồm sóng dọc và sóng ngang:

Sóng ngang: là sóng có phương dao động của các phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng. Sóng ngang xuất hiện trên mặt chất lỏng và trong lòng chất rắn.	*Sóng dọc*: là sóng có phương dao động của các phần tử môi trường trùng với phương truyền sóng. Sóng dọc có thể xuất hiện ở 3 thể rắn lỏng và khí.

3. Các đại lượng đặc trưng cho sóng

* Chu kì T của sóng là chu kì dao động chung của các phần tử vật chất khi có sóng truyền qua và bằng chu kì dao động của nguồn sóng.

* Tần số f của sóng $f = \frac{1}{T}$.



* Biên độ sóng a tại một điểm là biên độ dao động của phần tử vật chất tại điểm đó khi sóng truyền qua. $a_{sóng} = a_{dao\ động}$

* Vận tốc truyền sóng v là vận tốc truyền pha dao động (khác với vận tốc của các phần tử dao động). Chính là quãng đường sóng truyền đi được trong một đơn vị thời gian. Trong một môi trường xác định $v = const$.

* Bước sóng λ là khoảng cách giữa hai điểm gần nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha. Bước sóng cũng là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì.

* Năng lượng của sóng là năng lượng dao động của một đơn vị thể tích môi trường khi có sóng truyền qua. Năng lượng của sóng tỉ lệ với bình phương biên độ sóng $E = \frac{1}{2}D\omega^2A^2$. Một nguồn điểm, năng lượng E_N lan truyền theo các cách khác nhau thì biên độ giảm khác nhau:

– Nếu lan truyền trên mặt phẳng (sóng phẳng): năng lượng sóng trải dài theo chu vi đường tròn nên $E_R = \frac{E_N}{2\pi R}$ do đó biên độ sóng giảm tỉ lệ nghịch với $\sqrt{R}$.

– Nếu lan truyền trong không gian (sóng cầu): năng lượng sóng trải dài theo mặt cầu ngày càng mở rộng $E_R = \frac{E_N}{4\pi R^2}$ do đó biên độ sóng giảm tỉ lệ nghịch với R.

– Nếu lan truyền trên một đường thẳng, năng lượng sóng không đổi nên biên độ sóng không đổi.

Công thức liên hệ giữa chu kì T (hoặc tần số f), vận tốc v và bước sóng λ

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

* Năng lượng sóng E: $E_{sóng} = E_{dd} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

4. Phương trình sóng

Giả sử phương trình sóng tại nguồn O có dạng $\boxed{u_0 = a\cos\omega t}$ thì phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng d_M là:

$$\boxed{u_M = a\cos\omega\left(t - \frac{d_M}{v}\right) = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_M}{\lambda}\right)}$$

Ý nghĩa của phương trình sóng u_M:

– Tại một điểm xác định trong môi trường $\Rightarrow d_M = const$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hoà theo thời gian t với chu kì T.

– Tại một thời điểm xác định $\Rightarrow t = const$, $d_M = x$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hoà trong không gian theo biến x với chu kì λ.

5. Độ lệch pha

Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d[illegible]: $\boxed{\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_M - d_N}{\lambda} = 2\pi\frac{MN}{\lambda}}$

– Hai dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi \ (k \in Z)$

– Hai dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\pi \ (k \in Z)$

– Hai dao động vuông pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2} \ (k \in Z)$.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Một người quan sát 1 chiếc phao trên mặt biển thấy nó nhô cao lên 5 lần trong 8 giây và thấy khoảng cách 2 ngọn sóng kề nhau là 0,2 m. Vận tốc truyền sóng biển bằng

A. 10 cm/s. **B.** 20 cm/s. **C.** 40 cm/s. **D.** 60 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng thời gian giữa 5 lần nhô là 4 chu kì $\Rightarrow 4T = 8 \Rightarrow T = 2$ *s.*

Khoảng cách 2 ngọn sóng kề nhau là 0,2 m $\Rightarrow \lambda = 0,2$ *m.*

Từ $\lambda = vT \Rightarrow$ Vận tốc $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,2}{2} = 0,1$ m/s = 10 cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 2: Nguồn sóng trên mặt nước tạo dao động với tần số 10 Hz, gây ra các sóng có biên độ 0,5 cm. Biết khoảng cách giữa 7 gợn sóng liên tiếp là 30 cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. 150 cm/s. **B.** 100 cm/s. **C.** 25 cm/s. **D.** 50 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng cách giữa 7 gợn sóng liên tiếp là 6 bước sóng $\Rightarrow 6.\lambda = 3 \Rightarrow \lambda = 5$ *cm.*

Vận tốc truyền sóng $v = \lambda.f = 5.10 = 50$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Sóng truyền tại mặt chất lỏng với vận tốc truyền sóng 0,9 m/s, khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là 2 cm. Tần số của sóng là

A. 0,45 Hz. **B.** 1,8 Hz. **C.** 45 Hz. **D.** 90 Hz.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2-3 ... 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 3: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tốc độ truyền sóng là

A. 12 m/s. **B.** 15 m/s. **C.** 30 m/s. **D.** 25 m/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách từ gợn lồi thứ nhất đến gợn lồi thứ năm là 4 bước sóng $\Rightarrow 4\lambda = 0,5$ $\Rightarrow \lambda = 0,125$ m.

+ Vận tốc truyền sóng $v = \lambda.f = 0,125.120 = 15 m/s$ $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 4: Trên mặt một chất lỏng có một sóng cơ, người ta quan sát được khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng liên tiếp là 3,5 m và thời gian sóng truyền được khoảng cách đó là 7 s. Xác định bước sóng, chu kì và tần số của sóng đó.

Hướng dẫn:

Ta có: $\lambda = \frac{3,5}{14} = 0,25m$; $v = \frac{3,5}{7} = 0,5(m/s)$ và $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5(s) \Rightarrow f = 2Hz$

Bạn đọc cũng có thể giải bài toán trên theo cách khác

Ví dụ 5: Một người ngồi ở bờ biển quan sát thấy khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp bằng 10m. Ngoài ra người đó đếm được 20 ngọn sóng đi qua trước mặt trong 76s. Tính vận tốc truyền sóng trên mặt nước?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi người đó quan sát được 20 ngọn sóng đi qua thì sóng đã thực hiện được quãng đường là 19λ. Thời gian tương ứng để sóng lan truyền được quãng đường trên là 19T, theo bài ta có $19T = 76 \Rightarrow T = 4(s)$

+ Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp chính là bước sóng $\lambda = 10$ (m)

$\Rightarrow$ Tốc độ truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{4} = 2,5(m/s)$

Ví dụ 6: Người ta cho nước nhỏ đều đặn lên điểm O nằm trên mặt nước phẳng lặng với tốc độ 90 giọt trong 1 phút. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước $v = 60$ cm/s. Khoảng cách giữa hai sóng tròn liên tiếp là

A. 20 cm. **B.** 30 cm. **C.** 40 cm. **D.** 50 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nước nhỏ giọt đều đặn làm cho phần tử nước ở O dao động cưỡng bức với tần số $f = \frac{90}{60} = 1,5$ Hz

+ Điểm O là nguồn phát sóng trên mặt nước, do đó trên mặt nước có những gợn sóng tròn tâm O. Khoảng cách giữa hai gợn lồi liên tiếp là một bước sóng

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{60}{1,5} = 40 \text{ cm} \quad \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

Ví dụ 7: Một sóng cơ học có biên độ A, bước sóng λ. Biết vận tốc dao động cực đại của phần tử môi trường bằng 3 lần tốc độ truyền sóng, biểu thức liên hệ nào sau đây là đúng?

A. $\lambda = 3\pi A/2$. **B.** $\lambda = 2\pi A$. **C.** $\lambda = 3\pi A/4$. **D.** $\lambda = 2\pi A/3$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án D vì $\lambda = v_{sóng}.T = \frac{v_{dd}^{max}}{3}.T = \frac{\omega A}{3}T = \frac{\frac{2\pi}{T}A}{3}T = \frac{2\pi A}{3}$

Ví dụ 8: Sóng truyền tại mặt chất lỏng với bước sóng 0,8 cm. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng $u_0 = 5\cos\omega t$ (mm). Phương trình dao động tại điểm M cách O một đoạn 5,4 cm theo phương truyền sóng là

A. $u_M = 5\cos(\omega t + \pi/2)$ (mm).

B. $u_M = 5\cos(\omega t + 13,5\pi)$ (mm).

C. $u_M = 5\cos(\omega t - 13,5\pi)$ (mm).

D. $u_M = 5\cos(\omega t - 10,8\pi)$ (mm).

Hướng dẫn giải:

Vì phương trình nguồn có dạng: $u_o = 5\cos\omega t$ nên phương trình sóng tại điểm M cách O một khoảng d_M là:

$$u_M = 5\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_M}{\lambda}\right) = 5\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{5,4}{0,8}\right) = 5\cos(\omega t - 13,5\pi) \text{ (mm)}$$

⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 9: Một sóng cơ lan truyền trên một đường thẳng từ điểm O đến điểm M cách O một đoạn d. Biết tần số f, bước sóng λ và biên độ a của sóng không đổi trong quá trình sóng truyền. Nếu phương trình dao động của phần tử vật chất tại điểm M có dạng $u_M(t) = a\sin 2\pi ft$ thì phương trình dao động của phần tử vật chất tại O là

A. $u_0(t) = a\sin 2\pi\left(ft - \dfrac{d}{\lambda}\right)$. **B.** $u_0(t) = a\sin 2\pi(ft + \dfrac{d}{\lambda})$.

C. $u_0(t) = a\sin \pi\left(ft - \dfrac{d}{\lambda}\right)$. **D.** $u_0(t) = a\sin \pi\left(ft + \dfrac{d}{\lambda}\right)$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nguồn O dao động trước nên sớm pha hơn điểm M một lượng $2\pi\dfrac{d}{\lambda}$, vậy phương trình dao động của phần tử vật chất tại O là:

$$u_0(t) = a\sin\left(\omega t + 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) = a\sin 2\pi\left(ft + \frac{d}{\lambda}\right) \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Ví dụ 10: Một dây đàn hồi rất dài và được kéo căng. Gắn một đầu của nó với nguồn O dao động có biên độ $a = 5cm$, chu kì $T = 0{,}5s$ theo phương vuông góc với phương sợi dây. Biết tốc độ truyền sóng trên dây $v = 40$ cm/s và tại thời điểm ban đầu nguồn gây dao động đang đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Dao động tại điểm M trên dây cách O một khoảng 50cm có phương trình là

A. $u_M = 5\cos(4\pi t + 0{,}5\pi)$(cm). **B.** $u_M = 5\cos(4\pi t - 5\pi)$(cm).

C. $u_M = 5\cos(4\pi t - 5{,}5\pi)$(cm). **D.** $u_M = 5\cos(4\pi t - 4{,}5\pi)$(cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Trước tiên ta phải viết phương trình dao động của nguồn O: $u_O = a\cos(\omega t + \varphi)$

Có a = 5cm và $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{0{,}5} = 4\pi(\text{rad/s})$.

Tại thời điểm ban đầu t = 0: $\begin{cases} u_O = a\cos\varphi = 0 \\ v_O = -a\omega\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{2}$

Vậy $u_O = 5\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$(cm).

+ Lúc đó phương trình dao động tại M có dạng: $u_M = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right)$

$$u_M = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi\frac{d}{v.T}\right) = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi\frac{50}{40.0,5}\right)$$

$u_M = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2} - 5\pi\right) = 5\cos(4\pi t - 4,5\pi)(cm) \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: A và B là hai điểm nằm trên cùng một phương truyền sóng. Sóng truyền từ B đến A với tốc độ 8m/s. Phương trình dao động của A và B lần lượt là $u_A = 6\cos(20\pi t - 3\pi/2)cm$ và $u_B = 6\cos(20\pi t - \pi/2)cm$. Khoảng cách gần nhất giữa A và B là

A. 20 cm. **B.** 80 cm. **C.** 40 cm. **D.** 10 cm.

Bài toán 2: Một sóng ngang truyền từ M đến O rồi đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, MN = 3m, MO = NO. Phương trình sóng tại O là $u_O = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(cm)$. Hãy tìm phương trình sóng tại M và N?

Bài toán 3: Một sóng ngang truyền từ M đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, MN = 3m. Phương trình sóng tại tại M và N là $u_M = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(cm)$ và $u_N = 5\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(cm)$. Hãy tìm phương trình sóng tại O là trung điểm của MN?

Ví dụ 11: Nguồn sóng đặt tại O dao động theo phương trình $u_0 = a\cos\omega t$, điểm M nằm cách O một đoạn bằng x. Dao động tại O và M cùng pha nếu:

A. $x = k\lambda$, $k \in Z$ **B.** $x = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $k \in Z$

C. $x = 0,5k\lambda$, $k \in Z$ **D.** $x = 2k\lambda$, $k \in Z$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình nguồn $u_0 = a\cos\omega t \Rightarrow$ Tại điểm M có: $u_M = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_M}{\lambda}\right)$

Độ lệch pha giữa O và M: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_M}{\lambda}$.

Vì cùng pha nên $\Delta\varphi = 2k\pi \Rightarrow 2\pi\frac{d_M}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d_M = k\lambda$, $k \in Z \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 12: Một nguồn sóng cơ truyền dọc theo một đường thẳng, nguồn dao động với phương trình $u_O = A\cos\omega t$. Một điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn $d_M = \dfrac{\lambda}{3}$ tại thời điểm $t = \dfrac{T}{2}$ có li độ $u_M = 2$ cm. Coi biên độ sóng không bị suy giảm, biên độ sóng A là

A. 2 cm. **B.** $2\sqrt{2}$ cm. **C.** $2\sqrt{3}$ cm. **D.** 4 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì phương trình nguồn có pha ban đầu bằng 0 nên phương trình sóng tại điểm M cách O một khoảng d_M có dạng: $u_M = A\cos\left(\omega t - 2\pi\dfrac{d_M}{\lambda}\right)$.

+ Thay $u_M = 2$ cm, $t = \dfrac{T}{2}$ và $d_M = \dfrac{\lambda}{3}$ vào phương trình trên ta được:

$$2 = A\cos\left(\omega\frac{T}{2} - 2\pi\frac{\lambda/3}{\lambda}\right) \Rightarrow 2 = A\cos\left(\pi - \frac{2\pi}{3}\right) = A\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = A.\frac{1}{2}$$

$\Rightarrow A = 4\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 13: Một nguồn sóng dao động với phương trình $u_O = 10\cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

Biết v = 12cm/s. Điểm M cách nguồn một khoảng 8cm, tại thời điểm t = 0,5s li độ sóng của điểm M là

A. 5 cm. **B.** –5 cm. **C.** 7,5 cm. **D.** 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Sau khoảng thời gian t = 0,5s sóng chỉ mới truyền đến điểm cách nguồn một khoảng S = v.t = 12.0,5 = 6 cm. Điểm M ở khoảng cách xa hơn nên chưa nhận được sóng truyền tới.

+ Vì điểm M chưa dao động nên li độ của điểm M tại thời điểm t = 0,5s bằng 0.

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Chú ý: Khi gặp loại bài toán này, điều đầu tiên ta phải kiểm tra xem, sau khoảng thời gian t, sóng truyền được đến đâu. Nếu quãng đường lớn hơn 8 cm thì lúc đó mới viết phương trình tại M rồi thay t vào.

Ví dụ 14: Biên độ của một sóng cầu tại một điểm cách nguồn 2 m là 9 mm, biên độ dao động của môi trường tại điểm cách tâm phát sóng cầu 5 m là

A. 1,4 mm. **B.** 22 mm. **C.** 5,7 mm. **D.** 3,6 mm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nguồn sóng có năng lượng E_N, năng lượng sóng trải đều trên các mặt cầu ngày càng nở rộng. Tại một điểm trên mặt cầu cách nguồn khoảng r sẽ nhận được năng lượng $E = \frac{E_N}{S} = \frac{E_N}{4\pi r^2}$ và dao động với biên độ A nên $\frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{E_N}{4\pi r^2}$

+ Viết cho hai điểm của bài toán ta có $\begin{cases} \frac{1}{2}m\omega^2A_1^2 = \frac{E_N}{4\pi r_1^2} \\ \frac{1}{2}m\omega^2A_2^2 = \frac{E_N}{4\pi r_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{A_2^2}{A_1^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$

$\Rightarrow A_2 = \frac{r_1}{r_2}A_1 = \frac{2}{5}.9 = 3,6\text{mm}$ ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Một nguồn phát sóng trên mặt chất lỏng có năng lượng $E_0 = 0,9$W, phát một sóng có dạng hình tròn. Tính năng lượng sóng tại một điểm M cách nguồn 3m?

Ví dụ 15: Một nguồn phát sóng cơ học dao động với phương trình $u_O = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \varphi\right)$cm. Điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn phát sóng một khoảng d, tại thời điểm t_1, đang đi qua vị trí có li độ $u_1 = 6$cm theo chiều âm. Sau thời điểm trên 9s thì điểm M sẽ đi qua vị trí có li độ

A. $u_2 = 3$cm theo chiều âm. **B.** $u_2 = -6$cm theo chiều dương.

C. $u_2 = -3$cm theo chiều âm. **D.** $u_2 = 6$cm theo chiều dương.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chu kì sóng: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi/3} = 6\text{s}$.

Nhận thấy khoảng thời gian 9s đúng bằng 1,5 lần chu kì dao động. Theo tính chất của dao động điều hòa, sau khoảng thời gian bằng bán nguyên chu kì thì li độ và vận tốc đổi dấu, vì vậy nếu $\begin{cases} u_{1M} = 6\text{cm} \\ v_1 < 0 \end{cases}$ thì $\begin{cases} u_{2M} = -6\text{cm} \\ v_2 > 0 \end{cases}$ ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một sóng cơ học có phương trình dao động tại một điểm M là $u = 4.\sin\frac{\pi}{6}t$ (mm). Tại thời điểm t_1, li độ của M là $2\sqrt{3}$ mm. Li độ của điểm M sau đó 3 giây tiếp theo là

A. 2 mm. **B.** 3 mm. **C.** –2 mm. **D.** ± 2 mm.

Ví dụ 16: Chọn câu **sai**. Khi khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng

A. một bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.

B. một số nguyên lần bước sóng thì hai điểm đó dao động cùng pha.

C. một nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

D. một số nguyên nửa bước sóng thì hai điểm đó dao động ngược pha.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu khoảng cách giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng bằng một số **nguyên chẵn** của nửa bước sóng thì chúng dao động cùng pha ⇒ *Đáp án D.*

Ví dụ 17: Một thanh thép đàn hồi dao động với tần số f = 16 Hz, gắn một quả cầu nhỏ vào thanh thép. Khi thanh thép dao động, trên mặt nước có một nguồn sóng tại tâm O. Trên nửa đường thẳng đi qua O người ta thấy 2 điểm M, N cách nhau 6 cm dao động cùng pha. Biết tốc độ lan truyền của sóng 0,4m/s ≤ v ≤ 0,6 m/s. Tốc độ truyền sóng là

A. 42 cm/s. **B.** 48 cm/s. **C.** 56 cm/s. **D.** 60 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì M, N dao động cùng pha nên khoảng cách giữa chúng thỏa mãn $\Delta d = k\lambda$

Mà $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \Delta d = k\frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{\Delta d.f}{k} = \frac{6.16}{k} \Rightarrow \ v = \frac{96}{k}$ (*)

Theo đề ra $40 \le v \le 60 \ \Rightarrow \ 40 \le \frac{96}{k} \le 60 \ \Rightarrow \ 1{,}6 \le k \le 2{,}4$. Vì k nguyên nên chỉ nhận k = 2, thay giá trị này vào (*) thu được v = 48 cm/s ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 18: Một sóng cơ học có vận tốc truyền sóng v = 500cm/s và tần số trong khoảng từ 10Hz đến 20Hz. Biết hai điểm M và N trên phương truyền sóng nằm một phía so với nguồn cách nhau một khoảng 0,5m luôn dao động ngược pha. Bước sóng bằng

A. 43,33 cm. **B.** 38,33 cm. **C.** 33,33 cm. **D.** 26,33 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N nằm trên phương truyền sóng $\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_M - d_N}{\lambda} = 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Hai dao động ngược pha, tức $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow 2\pi\dfrac{\Delta d}{\lambda} = (2k+1)\pi$

$$\Rightarrow \frac{2\Delta d.f}{v} = 2k+1 \Rightarrow f = \frac{(2k+1)v}{2\Delta d} = \frac{(2k+1)500}{2.50} = 5(2k+1)$$

Do $10Hz \le f \le 20Hz$ nên $10 \le 5(2k+1) \le 20 \Rightarrow 0,5 \le k \le 1,5 \Rightarrow k = 1$

Khi đó $f = \dfrac{(2k+1)v}{2.\Delta d} = \dfrac{3.5}{2.0,5} = 15Hz \Rightarrow \lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{500}{15} = \dfrac{100}{3} = 33,33$ (cm).

⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 19: Một sóng cơ học truyền dọc theo trục Ox, tại một điểm M cách nguồn d (m) dao động với phương trình $u = 4\cos\left(\dfrac{\pi}{4}t - \dfrac{3\pi}{4}d\right)$(cm), t là thời gian tính bằng giây. Biết pha ban đầu của nguồn bằng 0. Tốc độ truyền sóng là

A. 3 m/s. **B.** $\dfrac{1}{3}$ m/s. **C.** 1 m/s. **D.** 0,5 m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số góc $\omega = \dfrac{\pi}{4}$ rad/s ⇒ chu kì $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{\pi/4} = 8$ s

+ Vì pha ban đầu của nguồn bằng 0 ⇒ pha của điểm M là $-2\pi\dfrac{d}{\lambda}$.

$$\Rightarrow -\frac{3\pi}{4}d = -2\pi\frac{d}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{8}{3}\text{ m}$$

+ Tốc độ $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{8/3}{8} = \dfrac{1}{3}$m/s ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 20: Phương trình dao động tại M cách nguồn O một khoảng d = 12 cm có dạng $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \dfrac{17\pi}{30}\right)$(cm). Biết rằng lúc t = 0 phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều dương. Bước sóng và tốc độ truyền của sóng này là

A. $\lambda = 3,6$ m; $v = 9$ m/s. **B.** $\lambda = 2,4$ m; $v = 6$ m/s.

C. $\lambda = 9$ m; $v = 3,6$ m/s. **D.** $\lambda = 36$ m; $v = 4,5$ m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Phương trình dao động của nguồn O có dạng $u_M = 5\cos(5\pi t + \varphi)$(cm).

Vì tại t = 0 phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều dương nên có $\varphi = -\dfrac{\pi}{2}$, vậy ta có $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$(cm).

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Lúc đó phương trình dao động tại M có dạng $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)(cm)$.

Đối chiếu với phương trình đề ra $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{17\pi}{30}\right)(cm)$ suy ra

$$-\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d}{\lambda} = -\frac{17\pi}{30} \Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{15} \Rightarrow \lambda = 30d = 30.12 = 360\ cm = 3,6\ m$$

+ Tần số góc $\omega = 5\pi$ rad/s $\Rightarrow$ chu kì $T = 0,4\ s$

+ Tốc độ truyền sóng $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3,6}{0,4} = 9\ m/s$

+ Với bước sóng và tốc độ tính được ở trên ⇒ *Đáp án A*.

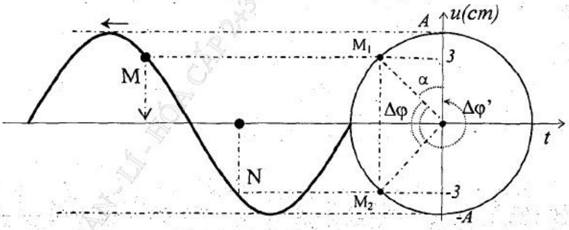
Bài tập vận dụng: Phương trình dao động tại M cách nguồn O một khoảng d = 18 cm có dạng $u_M = 2\cos(5\pi t - 2,5\pi)(cm)$. Biết rằng lúc t = 0 phần tử vật chất ở nguồn O đi qua vị trí cân bằng và theo chiều âm. Tốc độ truyền sóng bằng

A. 45 cm/s. **B.** 30 cm/s. **C.** 36 cm/s. **D.** 40 cm/s.

Ví dụ 21: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau λ/3, sóng có biên độ A, chu kì T. Sóng truyền từ N đến M. Giả sử tại thời điểm t_1, có $u_M = +3cm$ và $u_N = -3cm$. Ở thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$. Hãy xác định biên độ sóng A và thời điểm t_2.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có độ lệch pha giữa M và N là: $\Delta\varphi = 2\pi.\frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$



Theo hình vẽ ta suy ra $\alpha = \frac{\pi}{6}$

Cũng từ hình vẽ ta có biên độ sóng là: $A = \frac{u_M}{\cos\alpha} = 2\sqrt{3}$ (cm)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ở thời điểm t_1, li độ của điểm M đang giảm. Đến thời điểm t_2 liền sau đó, li độ tại M là $u_M = +A$. Muốn vậy bán kính nối M phải quét một góc $\Delta\varphi' = 2\pi - \alpha = \frac{11\pi}{6}$

Vì $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta\varphi'}{\omega}$ nên $t_2 = t_1 + \frac{\Delta\varphi'}{\omega} = t_1 + \frac{\frac{11\pi}{6}}{\frac{2\pi}{T}} = t_1 + \frac{11}{12}T$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Sóng có tần số 20 Hz truyền trên mặt thoáng nằm ngang của một chất lỏng, với tốc độ 2m/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt thoáng chất lỏng, nằm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t, điểm M hạ xuống thấp nhất. Sau thời điểm đó, khoảng thời gian ngắn nhất để điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất là

A. $\frac{7}{160}$s. **B.** $\frac{3}{20}$s. **C.** $\frac{1}{80}$s. **D.** $\frac{3}{80}$s.

Bài toán 2: Sóng có tần số 20 Hz truyền trên mặt thoáng nằm ngang của một chất lỏng, với tốc độ 2m/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt thoáng chất lỏng, nằm trên cùng một phương truyền sóng, cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất. Sau thời điểm đó, khoảng thời gian ngắn nhất để điểm M sẽ hạ xuống thấp nhất là

A. $\frac{7}{160}$s. **B.** $\frac{3}{20}$s. **C.** $\frac{1}{80}$s. **D.** $\frac{3}{80}$s.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài với tần số 500 Hz, người ta thấy hai điểm A, B trên sợi dây cách nhau 200 cm dao động cùng pha và trên đoạn dây AB có hai điểm khác dao động ngược pha với A. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. v = 500 cm/s. **B.** v = 1000 m/s. **C.** v = 500 m/s. **D.** v = 250 cm/s.

Câu 2: Một dây đàn hồi rất dài có đầu A dao động với tần số f có giá trị trong khoảng từ 22 Hz đến 26 Hz và theo phương vuông góc với sợi dây. Vận tốc truyền sóng trên dây là 3 m/s. Một điểm M trên dây và cách A một đoạn 28 cm, người ta thấy M luôn dao động lệch pha với **A** một góc $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2, ...$ Bước sóng của sóng trên dây là

A. 11,5 cm. **B.** 13,64 cm. **C.** 0,124 m. **D.** 0,131 m.

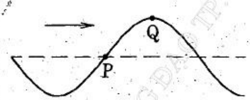
Câu 3: Một sóng truyền theo chiều từ P đến Q nằm trên cùng một đường truyền sóng. Hai điểm đó cách nhau một khoảng bằng 5/4 bước sóng. Nhận định nào sau đây đúng?

A. Khi P có thế năng cực đại thì Q có động năng cực tiểu

B. Khi P ở li độ cực đại dương thì Q có vận tốc cực đại dương

C. Khi P có vận tốc cực đại dương thì Q ở li độ cực đại dương

D. Li độ dao động của P và Q luôn luôn bằng nhau về độ lớn nhưng ngược dấu.



Câu 4: Hình bên biểu diễn sóng ngang truyền trên một sợi dây, theo chiều từ trái sang phải. Tại thời điểm như biểu diễn trên hình, điểm P có li độ bằng không, còn điểm Q có li độ cực đại. Vào thời điểm đó hướng chuyển động của P và Q lần lượt sẽ là

A. đi xuống; đứng yên.
B. đứng yên; đi xuống.
C. đứng yên; đi lên.
D. đi lên; đứng yên.

Câu 5: Một sóng cơ có bước sóng λ, tần số f và biên độ a không đổi, lan truyền trên một đường thẳng từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn $\frac{7\lambda}{3}$. Tại một thời điểm nào đó, tốc độ dao động của M bằng $2\pi fa$, lúc đó tốc độ dao động của điểm N bằng

A. $\sqrt{2}\,\pi fa$.
B. πfa.
C. 0.
D. $\sqrt{3}\,\pi fa$.

Câu 6: Trên mặt hồ đủ rộng, một cái phao nhỏ nổi trên mặt nước tại một ngọn sóng dao động với phương trình $u = 5\cos(4\pi t + \pi/2)$cm. Vào buổi tối, người ta chiếu sáng mặt hồ bằng những chớp sáng đều đặn cứ 0,5(s) một lần. Khi đó người quan sát sẽ thấy cái phao

A. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần ra xa nguồn.

B. dao động tại một vị trí xác định với biên độ 5cm.

C. dao động với biên độ 5cm nhưng tiến dần lại gần nguồn.

D. đứng yên.

Câu 7: Sóng cơ ngang có biên độ a truyền lần lượt qua các điểm theo đúng thứ tự A, O và B trên một sợi dây đàn hồi dài nằm ngang với AO = 2,5 m, OB = 0,5 m. Điểm A dao động ngược pha với B và khi B có tốc độ dao động cực đại thì tốc độ dao động của O bằng 0.

1. Tính bước sóng. Biết trên AB chỉ có một điểm dao động cùng pha với O.
2. Khi O dao động được đoạn đường 6a thì sóng truyền được một đoạn bao nhiêu?
3. Nếu phương trình sóng tại điểm O là $u = a\cos(10\pi t + \pi/6)$ (cm), hãy viết phương trình sóng tại A và B.

Câu 8: Lúc $t = t_1$ sóng ngang có $\lambda = 2$ m mới truyền đến A làm cho điểm A bắt đầu dao động đi lên. Điểm O cách A 2,5 m lần đầu tiên lên đến vị trí cao nhất là ở thời điểm $t = t_1 + 0,3$ s.

1. Tìm tốc độ truyền sóng, chu kì sóng và khoảng thời gian hai lần liên tiếp A qua VTCB.
2. Tại thời điểm $t = t_2$ các điểm O và B (B nằm trong AO và $BO = \lambda/4$) ở trên vị trí cân bằng lần lượt là 0,75 cm và 1 cm và đều đang đi lên. Tìm biên độ sóng và li độ tại O ở thời điểm $t = t_2 + 1/30$ s.

Câu 9: Có hai điểm A và B trên cùng một phương truyền của sóng trên mặt nước, cách nhau $\lambda/4$. Khi mặt thoáng ở A và ở B đang cao hơn vị trí cân bằng lần lượt 3,0 mm và 4,0 mm với A đang đi lên còn ở B đang đi xuống. Coi biên độ sóng không đổi. Biên độ sóng a và chiều truyền sóng là

A. a = 5 mm, truyền từ A đến B. **B.** a = 5 mm, truyền từ B đến A.

C. a = 7 mm, truyền từ B đến A. **D.** a = 7 mm, truyền từ A đến B.

Câu 10: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$. Tại thời điểm t_1 có $u_M = +3$cm và $u_N = -3$cm. Biên độ sóng bằng

A. $A = 2\sqrt{3}$ cm **B.** $A = 3\sqrt{3}$ cm **C.** $A = 3$ cm **D.** $A = \sqrt{6}$ cm

Câu 11: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$, sóng có biên độ A, tại thời điểm $t_1 = 0$ có $u_M = +3$cm và $u_N = -3$cm. Tìm thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$, biết sóng truyền từ M đến N.

A. $\frac{11T}{12}$. **B.** $\frac{T}{12}$. **C.** $\frac{T}{6}$. **D.** $\frac{T}{3}$.

Câu 12: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\lambda/3$, sóng có biên độ A, tại thời điểm t_1 có $u_M = +3$cm và $u_N = -3$cm. Tìm thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$, biết sóng truyền từ N đến M.

A. $\frac{11T}{12}$. **B.** $\frac{T}{12}$. **C.** $\frac{T}{6}$. **D.** $\frac{T}{3}$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 6: SÓNG ÂM

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN

1. Sóng âm

Là sóng cơ học mà tai con người có thể cảm nhận được. Sóng âm có tần số nằm trong khoảng từ16Hz đến 20.000Hz.

2. Dao động âm

Là dao động cơ học có tần số trong khoảng nói trên. Nguồn âm là bất kì vật nào phát ra sóng âm.

3. Môi trường truyền âm – Vận tốc âm

* Môi trường truyền âm có thể là rắn, lỏng, hoặc khí. Sóng âm *không truyền được trong chân không.*

Những vật liệu như bông, nhung, những tấm xốp truyền âm kém, chúng được dùng để làm vật liệu cách âm.

* Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào ***tính đàn hồi, mật độ*** và ***nhiệt độ*** của môi trường. Nói chung vận tốc âm trong chất rắn lớn hơn vận tốc âm trong chất lỏng, vận tốc âm trong chất lỏng lớn hơn vận tốc âm trong chất khí.

Vì sóng âm là một loại sóng cơ học nên nó cũng có các đặc trưng như những loại sóng cơ học khác, tức là cũng gây ra các hiện tượng phản xạ, giao thoa,... Tuy nhiên do còn có sự cảm nhận riêng của tai con người nên sóng âm còn có thêm các đặc trưng sinh lí mà chúng có liên quan mật thiết với các đặc trưng vật lí .

4. Các đặc trưng vật lí (khách quan) của âm thanh

a. Tần số âm: Từ 16 Hz đến 20000Hz.

b. Cường độ âm và mức cường độ âm

+ Cường độ âm I tại một điểm là năng lượng truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm đó.

Biểu thức tính: $\boxed{I = \dfrac{E}{S.t} = \dfrac{E}{4\pi\, r^2 t} = \dfrac{P}{4\pi\, r^2}}$

Đơn vị: W/m^2.

+ Mức cường độ âm L là đại lượng đo bằng loga thập phân của tỉ số giữa cường độ âm I tại điểm đang xét và cường độ âm chuẩn I_0 ($I_0 = 10^{-12}$W/m^2 ứng với tần số f = 1000Hz).

$\boxed{L(B) = \lg\frac{I}{I_o}}$. Đơn vị của L là ben (B).

Nếu dùng đơn vị đêxiben (1dB = 0,1B) thì: $\boxed{L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_o}}$

Chú ý:

– Định luật bảo toàn năng lượng ⇒ $W = I_1S_1 = I_2S_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

– Từ $L = 10\lg\left(\frac{I}{I_o}\right) \Rightarrow \boxed{I = I_o10^{\left(\frac{L}{10}\right)}}$ và $\boxed{L_2 - L_1 = 10\lg\frac{I_2}{I_o} - 10\lg\frac{I_1}{I_o} = 10.\lg\frac{I_2}{I_1}}$

Tức là khi cường độ âm I tăng (giảm) 10^n thì mức cường độ âm L sẽ cộng thêm (trừ đi) 10n dB.

c. Âm cơ bản và họa âm: Một nhạc cụ phát ra một âm tần số f_0 (âm cơ bản hay họa âm thứ nhất) thì bao giờ cũng phát ra đồng thời các hoạ âm thứ 2, 3,…có tần số $2f_0$, $3f_0$,… Do hiện tượng đó, âm phát ra là sự tổng hợp của âm cơ bản và các hoạ âm, tuy nó có tần số của âm cơ bản f_0 nhưng đường biểu diễn của nó không còn đường sin điều hoà mà là một đường phức tạp có chu kì, ta gọi nó là đồ thị dao động của âm.

5. Các đặc trưng sinh lí (chủ quan) của âm thanh

a. Độ cao: Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào tần số âm

âm cao (thanh) là âm có tần số âm lớn.

âm thấp (trầm) là âm có tần số âm nhỏ.

Độ thấp hay cao của âm còn được hiểu qua sự trầm hay bổng của âm.

b. Âm sắc: Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào tần số âm, biên độ sóng âm và các thành phần cấu tạo của âm, tức là phụ thuộc đồ thị dao động của âm.

c. Độ to: Là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào mứccường độ âm L.

– Giá trị cường độ âm I bé nhất mà tai người còn cảm nhận được gọi là ngưỡng nghe. Giá trị của ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số.

– Giá trị I nào đó đủ lớn làm tai nghe có cảm giác nhức nhối, đau đớn thì gọi là ngưỡng đau. Ngưỡng đau không phụ thuộc vào tần số, I ~10 W/m^2 ⇔ L ~ 130dB.

– Miền I nằm trong khoảng ngưỡng nghe và ngưỡng đau gọi là miền nghe được.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Phát biểu nào dưới đây **không** đúng?

A. Sóng âm chỉ truyền được trong không khí.

B. Sóng đàn hồi có tần số lớn hơn 20000 Hz gọi là sóng siêu âm.

C. Sóng đàn hồi có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.

D. Sóng âm và các sóng cơ học có cùng bản chất vật lí.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Sóng âm là sóng cơ học có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 20000 Hz mà tai con người có thể cảm nhận được.

– Sóng có tần số lớn hơn 20000 Hz gọi là sóng siêu âm.

– Sóng có tần số nhỏ hơn 16 Hz gọi là sóng hạ âm.

– Môi trường để truyền âm có thể là rắn, lỏng, hoặc khí. Sóng âm không truyền được trong chân không.

$\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 2: Một lá thép rung động với chu kì 160 ms. Âm thanh do nó phát ra sẽ

A. nghe được. **B.** là sóng ngang. **C.** là sóng siêu âm. **D.** không nghe được.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Ta biết rằng sóng âm trong không khí thuộc loại sóng dọc.

– Tần số sóng mà lá thép dao động tạo ra $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{160.10^{-3}} = 6,25\text{Hz}$

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 3: Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. âm mà tai người nghe được. **B.** nhạc âm.

C. hạ âm. **D.** siêu âm.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì $f = \frac{1}{0,08} = 12,5\text{Hz} < 16\text{Hz} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 4: Một người đứng gần chân núi bắn một phát súng, sau 6,5 s thì nghe tiếng vang từ núi vọng lại. Biết vận tốc sóng âm trong không khí là 340 m/s. Khoảng cách từ chân núi đến người đó là

A. 1105 m. **B.** 2210 m. **C.** 1150 m. **D.** 552,5 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sóng âm phải đi quãng đường dài gấp hai lần khoảng cách từ người đến chân núi.

$$t = \frac{S}{v} = \frac{2L}{v} \Rightarrow L = \frac{t.v}{2} = \frac{6,5.340}{2} = 1105 \text{ m} \Rightarrow$$ *Đáp án A.*

Ví dụ 5: Một người lấy búa gõ vào đường ray. Ở một vị trí cách đó 1 km, một người khác áp tai vào đường ray nghe thấy tiếng búa gõ này. Nhưng sau 2,83 s thì người đó lại nghe thấy âm thanh này lần thứ hai do không khí truyền tới. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Hãy tính tốc độ truyền âm trong thép làm đường ray?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian truyền âm trong không khí lâu hơn so với trong thép nên ta có:

$$\Delta t = t_{kk} - t_t = \frac{d}{v_{kk}} - \frac{d}{v_t} \Rightarrow v_t = \frac{d.v_{kk}}{d - v_{kk}.\Delta t} = 4992 \text{m/s}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Nếu khoảng thời gian từ khi nhìn thấy tiếng sét đến khi nghe thấy tiếng sấm là 1 phút thì khoảng cách từ nơi sét đánh đến người quan sát là bao nhiêu? Biết vận tốc truyền âm trong không khí là v = 340 m/s.

A. 10 km. **B.** 20 km. **C.** 40 km. **D.** 50 km.

Bài toán 2: Một người lấy búa gõ mạnh vào một đầu của một ống kim loại bằng thép có chiều dài L. Người khác ở đầu kia của ống nghe thấy hai âm do sóng truyền dọc theo ống và sóng truyền qua không khí cách nhau một khoảng thời gian là 1 giây. Biết vận tốc truyền âm trong kim loại và trong không khí lần lượt là v_{kl} = 5900 m/s và v_{kk} = 340 m/s. Chiều dài L của ống là

A. 200 m. **B.** 280 m. **C.** 360 m. **D.** 400 m.

Bài toán 3: Hai nhân viên đường sắt đứng cách nhau 1100m, một người lấy búa gõ mạnh vào đường ray, người kia áp tai vào đường ray thì nghe được hai âm, một âm truyền trong thép đến trước và sau đó 3000ms thì có âm khác truyền từ không khí đến. Biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340,0m/s, vận tốc truyền âm trong thép là

A. 5500m/s. **B.** 4700m/s. **C.** 3350m/s. **D.** 2120m/s.

Ví dụ 6: Độ cao của âm là một đặc tính sinh lí phụ thuộc vào

A. tần số âm. **B.** vận tốc âm. **C.** vận tốc âm. **D.** năng lượng âm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ cao của âm phụ thuộc vào đặc trưng vật lí đó là tần số ⇒ *Đáp án A.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 7: Âm sắc là một đặc trưng sinh lí của âm, được hình thành dựa vào các đặc tính vật lí của âm là

A. biên độ và tần số. **B.** tần số và bước sóng.

C. biên độ và bước sóng. **D.** tần số và cường độ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Âm sắc là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào tần số âm, biên độ sóng âm và các thành phần cấu tạo của âm ⇒ *Đáp án A.*

Ví dụ 8: Hai hoạ âm liên tiếp do một dây đàn phát ra có tần số hơn kém nhau là 56 Hz. Hoạ âm thứ ba có tần số là

A. 28 Hz. **B.** 56 Hz. **C.** 84 Hz. **D.** 168 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo đề ra, có $nf - (n-1)f = 56 \Rightarrow$ tần số âm cơ bản $f = 56$ Hz

⇒ Tần số họa âm thứ ba $f_3 = 3f = 3.56 = 168$ Hz ⇒ *Đáp án D.*

Ví dụ 9: Đơn vị của cường độ âm là

A. dB. **B.** $J/(s.m^2)$. **C.** $J.s/m^2$. **D.** N/m^2.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cường độ âm I tại một điểm là năng lượng truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm đó.

Biểu thức tính $I = \frac{E}{S.t} = \frac{E}{4\pi r^2 t} = \frac{P}{4\pi r^2}$. Đơn vị của I là W/m^2

⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Tại một điểm, đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian là

A. độ to của âm. **B.** cường độ âm.

C. độ cao của âm. **D.** mức cường độ âm.

Ví dụ 10: Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I. Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 30 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{4}$I. Khoảng cách d ban đầu là

A. 7,5 m. **B.** 15 m. **C.** 30 m. **D.** 60 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Cường độ âm tại vị trí ban đầu cách nguồn âm một khoảng d là: $I = \frac{P}{4\pi d^2}$ (1)

– Cường độ âm tại vị trí sau cách nguồn âm một khoảng (d + 30) là

$$I' = \frac{P}{4\pi (d+30)^2} \qquad (2)$$

– Từ (1) và (2), theo đề ra ta có: $\frac{I}{I'} = \frac{(d+30)^2}{d^2} = 4 \Rightarrow d = 30 \text{ m} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một người đứng cách nguồn âm một khoảng là d thì cường độ âm là I. Khi người đó tiến ra xa nguồn âm thêm một đoạn 40 m thì cường độ âm giảm chỉ còn bằng $\frac{1}{9}$ I. Khoảng cách d ban đầu là

A. 10 m. **B.** 20 m. **C.** 30 m. **D.** 60 m.

Bài toán 2: Một nguồn điểm O phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Hai điểm **A**, **B** cách nguồn âm lần lượt là r_1 và r_2. Biết cường độ âm tại A gấp 4 lần cường độ âm tại B. Tỉ số $\frac{r_2}{r_1}$ bằng

A. 4. B. $\frac{1}{2}$. C. $\frac{1}{4}$. D. 2.

Ví dụ 11: Cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 10^{-5}W/m^2. Mức cường độ âm tại điểm đó bằng

A. 50 dB. **B.** 60 dB. **C.** 70 dB. **D.** 80 dB.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $L = 10\lg\frac{I}{I_o} = 10\lg\frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 10\lg 10^7 = 10.7.\lg 10 = 70 \text{ dB} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Mức cường độ âm tại một điểm có giá trị L = 40 dB, cường độ âm I tại điểm đó là

A. 10^{-6} W/m^2. **B.** 10^{-7} W/m^2. **C.** 10^{-8} W/m^2. **D.** 10^{-9} W/m^2.

Ví dụ 12: Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau 20 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là

A. 10. **B.** 20. **C.** 100. **D.** 1000.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $L = 10\lg\frac{I}{I_o}$, với I_1 thì $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_o}$ (1)

với I_2 thì $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_o}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow L_2 - L_1 = 10\lg\frac{I_2}{I_o} - 10\lg\frac{I_1}{I_o} = 10\lg\frac{I_2}{I_1}$

Vì $L_2 - L_1 = 20 \Rightarrow 20 = 10\lg\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^2 = 100$ $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Chú ý: Bài toán trên được trình bày theo tinh thần diễn giải, để chọn đáp án nhanh, ta cần nhớ rằng, khi cường độ âm I tăng (giảm) 10^n lần thì mức cường độ âm L sẽ cộng thêm (trừ đi) 10n dB.

+ Thực vậy, ở câu trắc nghiệm trên, do cường độ âm chênh lệch nhau 20 dB tức là bằng 10.2 nên cường độ âm chênh lệch nhau $10^2 = 100$.

+ Một ví dụ khác: Giả sử lúc đầu, âm đang có cường độ âm là I_1 và mức cường độ âm L_1= 56 dB, về sau, nếu cho cường độ âm tăng lên sao cho $I_2 = 1000I_1$ thì mức cường độ âm L_2 bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

Vì $I_2 = 1000I_1 = 10^3I_1$ nên $L_2 = L_1 + 10.3 = 56 + 30 = 86$ dB

+ Vận dụng: Tiếng la hét 100 dB có cường độ lớn gấp tiếng nói thầm 20 dB bao nhiêu lần?

A. 5 lần. **B.** 80 lần. **C.** 10^6 lần. **D.** 10^8 lần.

Bài tập vận dụng: Hai âm có mức cường độ âm hơn kém nhau 30 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là

A. 30. **B.** 100. **C.** 300. **D.** 1000.

Ví dụ 13: Một nguồn âm S phát ra âm có tần số xác định. Năng lượng âm truyền đi phân phối đều trên mặt cầu tâm S bán kính d. Bỏ qua sự phản xạ của sóng âm trên mặt đất và các vật cản. Tại điểm A cách nguồn âm 100 m, mức cường độ âm là 20 dB. Xác định vị trí điểm B để tại đó mức cường độ âm bằng 0.

Hướng dẫn:

Ta có: $L_A - L_B = 10\lg\frac{I_A}{I_o} - 10\lg\frac{I_B}{I_o} = 10\lg\frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 20 - 0 = 10\lg\frac{I_A}{I_B}$

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^2 \Rightarrow \frac{\dfrac{P}{4\pi r_A^2}}{\dfrac{P}{4\pi r_B^2}} = 10^2 \Rightarrow \frac{r_B^2}{r_A^2} = 10^2 \Rightarrow r_B = 10r_A = 10.100 = 1000 \text{ (m)}$$

Bài tập vận dụng: Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Biết cường độ âm tại M là 0,05 W/m^2. Tính cường độ âm tại điểm N?

Ví dụ 14: Ba điểm O, A, B cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 60 dB, tại B là 20 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 26 dB. **B.** 17 dB. **C.** 34 dB. **D.** 40 dB.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn:

+ Hiệu mức cường độ âm tại A và B là $L_A - L_B = 10.\lg\frac{I_A}{I_B}$

$\Rightarrow 40 = 10.\lg\frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4 \Rightarrow \frac{P/4\pi r_A^2}{P/4\pi r_B^2} = 10^4 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 100$ hay $r_B = 100r_A$

+ Vì M là trung điểm của AB nên tọa độ của M thỏa mãn phương trình

$r_M = \frac{r_A + r_B}{2} = \frac{101r_A}{2} \Rightarrow \frac{r_M}{r_A} = \frac{101}{2}$ Lúc đó $\frac{I_A}{I_M} = \left(\frac{r_M}{r_A}\right)^2 = \left(\frac{101}{2}\right)^2$

+ Ta có $L_A - L_M = 10.\lg\frac{I_A}{I_M} \Rightarrow L_M = 60 - 10.\lg\left(\frac{101}{2}\right)^2 = 26$ dB $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Ba điểm A, O, B cùng nằm trên một đường thẳng. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm. Biết mức cường độ âm tại A là 60dB, tại B là 20dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB bằng bao nhiêu?

Ví dụ 15: Loa của một máy thu thanh có công suất P = 2W.

a) Tính mức cường độ âm do loa tạo ra tại một điểm cách máy 4m.

b) Để tại điểm ấy mức cường độ âm chỉ còn 70 dB, phải giảm nhỏ công suất của loa bao nhiêu lần?

Hướng dẫn:

a) Ta có $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_o} = 10\lg\frac{P}{4\pi\, r^2.I_o} = 10\lg\frac{2}{4\pi\, 4^2.10^{-12}} = 100(\text{dB})$

b) Vì mức cường độ âm giảm đi $100 - 70 = 30 = 10.3$ nên cường độ âm phải giảm đi 10^3 lần $\Rightarrow$ phải giảm nhỏ công suất của loa 1000 lần

Ví dụ 16: Mức cường độ âm do nguồn S gây ra tại điểm M là L; cho nguồn S tiến lại gần M một khoảng D thì mức cường độ âm tăng thêm 7 dB.

a) Tính khoảng cách từ S đến M biết D = 62 m.

b) Biết mức cường độ âm tại M là 73 dB. Tính công suất của nguồn.

Hướng dẫn:

a) Ta có: $L' - L_M = 10\lg\frac{I'}{I_o} - 10\lg\frac{I_M}{I_o} = 10\lg\frac{I'}{I_M} = 10\lg\frac{\frac{P}{4\pi r'^2}}{\frac{P}{4\pi r_M^2}} = 10\lg\frac{SM^2}{(SM-D)^2}$

$$\Rightarrow 7 = 10\lg\frac{SM^2}{(SM-D)^2} \Rightarrow \frac{SM^2}{(SM-D)^2} = 10^{0,7} \Rightarrow SM = \frac{\sqrt{5}D}{\sqrt{5}-1} = 112(m)$$

b) $L_M = 10\lg\frac{I_M}{I_o} = 10\lg\frac{P}{4\pi\ SM^2.I_o} \Rightarrow P = 4\pi\ SM^2.I_o.10^{7,3} = 3,15(W)$

Ví dụ 17: Ở khoảng cách SM = 2m trước một nguồn âm có mức cường độ âm là L_M = 50dB.

a) Hãy tính mức cường độ âm L_N tại điểm N cách S một đoạn SN = 8m.

b) Một người đứng cách nguồn âm trên một khoảng 120m thì không còn nghe thấy âm do S phát ra nữa. Tìm ngưỡng nghe của tai người đó, biết cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12}$W/m^2.

c) Coi nguồn S là nguồn đẳng hướng. Hãy tính công suất phát âm của nguồn.

Hướng dẫn:

a) Có: $L_M - L_N = 10\lg\frac{I_M}{I_o} - 10\lg\frac{I_N}{I_o} = 10\lg\frac{I_M}{I_N} = 10\lg\frac{\frac{P}{4\pi r_M^2}}{\frac{P}{4\pi r_N^2}} = 20\lg\frac{r_N}{r_M}$

$$\Rightarrow L_N = L_M - 20\lg\frac{r_N}{r_M} = 50 - 20\lg\frac{8}{2} = 38(dB)$$

b) Gọi A là điểm cách nguồn 120 m, tương tự ta có:

$$L_A = L_M - 20\lg\frac{r_A}{r_M} = 50 - 20\lg\frac{120}{2} = 14,4(dB)$$

Mà $L_A = 10\lg\frac{I_A}{I_o} \Rightarrow I_A = 10^{1.44}I_0 = 27,5.10^{-12}(W/m^2)$

c) Từ $I_A = \frac{P}{4\pi r_A^2} \Rightarrow P = I_A.4\pi r_A^2 = 27,5.10^{-12}.4.3,14.120^2 \approx 5.10^{-6}(W)$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Trong một buổi hòa nhạc, giả sử 5 chiếc kèn đồng giống nhau phát sóng âm có mức cường độ âm 50dB. Để có mức cường độ âm 60dB thì cần số chiếc kèn đồng là

A. 6 **B.** 50 **C.** 60 **D.** 10

Câu 2: Nguồn âm S phát ra một âm có công suất P không đổi, truyền đẳng hướng về mọi phương. Tại điểm A cách S một đoạn $R_A = 1$ m, mức cường độ âm là 70 dB. Giả sử môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại điểm B cách nguồn một đoạn 10 m là

A. 30 dB. **B.** 40 dB. **C.** 50 dB. **D.** 60 dB.

Câu 3: Một người nghe một đoạn nhạc có tần số khoảng 1000Hz, tại điểm cách nguồn âm 10m thì có mức cường độ âm là 60 dB. Công suất của nguồn âm là

A. P = 60 W **B.** P = 10 W **C.** P = 126 W **D.** P = 1,26 W

Câu 4: Với tần số âm chuẩn, giá trị nào của mức cường độ âm tai người có cảm giác khó chịu?

A. Trên 40 dB. **B.** Trên 60 dB. **C.** Trên 130 dB. **D.** Trên 180 dB.

Câu 5: Với máy dò dùng sóng siêu âm, chỉ có thể phát hiện được các vật có kích thước cỡ bước sóng siêu âm. Cho biết tốc độ âm thanh trong không khí là 340m/s. Siêu âm với một máy dò có tần số 5MHz. Với máy dò này có thể phát hiện được những vật đặt trong không khí có kích thước cỡ bao nhiêu mm?

A. 0,34 mm. **B.** 0,034 mm. **C.** 0,05 mm. **D.** 0,068 mm.

Câu 6: Phát biểu nào dưới đây **không** đúng?

A. Với âm có $f = 1000$ Hz, $I = 10^{-12}$ W/m^2 thì tai nghe to.

B. Với âm có $f = 50$ Hz, $I = 10^{-7}$ W/m^2 thì tai mới bắt đầu nghe.

C. Với âm có f bất kì, $I = 10$ W/m^2 thì tai nghe có cảm giác đau nhức.

D. Với âm có $f = 1000$ Hz, $I = 10^{-7}$ W/m^2 thì tai nghe to.

Câu 7: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm 55dB, âm phản xạ có mức cường độ âm 40dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó bằng bao nhiêu?

Câu 8: Một hòn đá rơi tự do xuống một giếng mỏ. Sau khi rơi được một thời gian t = 6 s ta nghe thấy tiếng hòn đá đập vào đáy giếng. Biết vận tốc truyền âm là 330 m/s. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tìm độ sâu của giếng?

Câu 9: Đặt 2 nguồn âm giống nhau tại O thì tại A cách O một đoạn 20 m có mức cường độ âm $L_A = 3$B. Gọi M là trung điểm của OA thì L_M = ? Nếu tại O mà đặt n nguồn âm mà thấy $L_M = 4,6$ B thì n =?

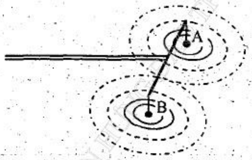
Chủ đề 7: GIAO THOA SÓNG. SÓNG DỪNG

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN

I. Giao thoa sóng

1. Định nghĩa giao thoa sóng

Giao thoa sóng là sự tổng hợp hai hay nhiều ***sóng kết hợp*** trong không gian, trong đó có những chỗ biên độ sóng tổng hợp được tăng cường hoặc giảm bớt.



2. Sóng kết hợp

* Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có: cùng tần số, cùng pha hoặc có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

* Hai sóng kết hợp là hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra.

3. Phương trình sóng tổng hợp tại M và các trường hợp đặc biệt

a. Tổng quát cho hai nguồn có độ lệch pha bất kì:

Phương trình sóng tại hai nguồn cùng phương S_1, S_2 cách nhau một khoảng ℓ

$$u_1 = a\cos(\omega t + \varphi_1) \text{ và } u_2 = a\cos(\omega t + \varphi_2)$$

Phương trình sóng tại M do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

$$u_{1M} = a\cos(\omega t + \varphi_1 - 2\pi\frac{d_1}{\lambda}) \text{ và } u_{2M} = a\cos(\omega t + \varphi_2 - 2\pi\frac{d_2}{\lambda})$$

Phương trình giao thoa sóng tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

$$\boxed{u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]}$$

Biên độ dao động tại M: $A_M = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right)\right|$ với $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

Trên đoạn nối từ S_1 đến S_2, số cực đại, cực tiểu giao thoa đi qua chính là số giá trị k nguyên thỏa mãn các bất phương trình:

* $-\frac{\ell}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{\ell}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$ $(k \in Z) \Rightarrow$ Số cực đại

* $-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$ $(k \in Z) \Rightarrow$ Số cực tiểu

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

b. Nếu hai nguồn kết hợp cùng pha

– Độ lệch pha $\Delta\varphi = 0$ hoặc $\Delta\varphi = 2k\pi$

– Phương trình sóng tổng hợp tại M:

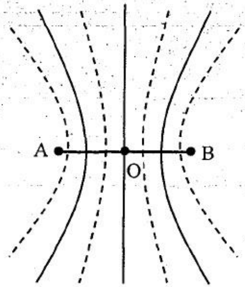
$$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

$\Rightarrow$ Biên độ sóng tổng hợp tại M: $A = 2a\left|\cos\left[\pi\frac{d_1 - d_2}{\lambda}\right]\right|$

+ Điểm M có biên độ tổng hợp cực đại $A_{max} = 2a$ khi $\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 1$

$$\boxed{\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 2k\frac{\lambda}{2}\ (*)\ \textit{(chẵn của nửa bước sóng)}}$$

Quỹ tích của những điểm thoả mãn (*) với k là những số nguyên sẽ lập nên họ hypebol nhận S_1, S_2 làm tiêu điểm.



Số cực đại chính là số giá trị k nguyên xuất phát từ hệ phương trình

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_1 + d_2 = S_1S_2 = \ell \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{\ell + k\lambda}{2}$$

Theo hình học, và nếu không tính cực đại ở hai nguồn thì $0 < d_2 < \ell$

nên $0 < \frac{\ell + k\lambda}{2} < \ell \Rightarrow \boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k < \frac{\ell}{\lambda}}$.

Số giá trị k nguyên tính được bao giờ cũng là số lẻ.

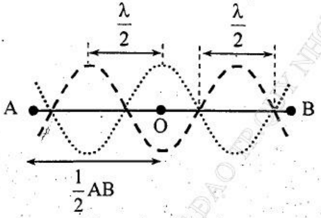
+ Điểm M có biên độ tổng hợp cực tiểu A = 0 khi $\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 0$

$$\boxed{\Rightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}\ (**)\ \textit{(lẻ của nửa bước sóng)}}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Quỹ tích của những điểm thoả mãn (**) với k nguyên cũng lập nên họ hypebol nhận S_1, S_2 làm tiêu điểm xen kẽ với họ hypebol của (*).

Số cực tiểu chính là số giá trị k nguyên xuất phát từ hệ phương trình



$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \\ d_1 + d_2 = S_1S_2 = \ell \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{\ell + (2k+1)\frac{\lambda}{2}}{2}$$

Nếu không tính cực tiểu ở hai nguồn thì $0 < d_2 < \ell$ nên theo trên ta có $0 < \frac{\ell + (2k+1)\frac{\lambda}{2}}{2} < \ell \Rightarrow -\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2}$. Số giá trị k nguyên tính được bao giờ cũng là số chẵn.

Chú ý:

– Cực đại trung tâm trùng với trung trực của đoạn S_1S_2 nhận làm trục đối xứng của họ hypebol.

– Trong đoạn nối tâm hai nguồn sóng S_1, S_2, khoảng cách giữa các vân A_{max} hoặc vân A_{min} liên tiếp bằng nhau và bằng $\frac{\lambda}{2}$.

c. Nếu hai nguồn kết hợp ngược pha

– Độ lệch pha $\Delta\varphi = \pi$ hoặc $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

– Phương trình sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

$\Rightarrow$ Biên độ sóng tổng hợp tại M: $A = 2a\left|\cos\left[\pi\frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right]\right|$

☯ Hình ảnh giao thoa cũng như điều kiện cực đại – cực tiểu, cách tính số các cực đại – cực tiểu hoàn toàn *ngược lại* với trường hợp cùng pha.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

d. Nếu hai nguồn dao động vuông pha

– Độ lệch pha $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ hoặc $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

– Biên độ dao động của điểm M: $A_M = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\pi}{4}\right)\right|$

– Số điểm (đường) dao động cực đại bằng số điểm (đường) dao động cực tiểu (*không tính hai nguồn*) vì chúng được tính theo: $-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4}$ (cực đại)

$-\frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4} < k < \frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4}$ (cực tiểu)

4. Những điều cần lưu ý

– Khi gặp bài toán giao thoa, trước hết phải xem kỹ **độ lệch pha** của 2 nguồn bằng bao nhiêu để áp dụng đúng các công thức phù hợp cho trường hợp đó.

– Với bài toán **tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M, N** cách hai nguồn lần lượt là d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N}?

Cách làm: Tính $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$; $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$ (giả sử $\Delta d_M < \Delta d_N$)

+ Nếu gặp hai nguồn dao động cùng pha:

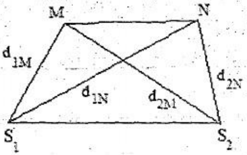
Cực đại: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu: $\Delta d_M < (k + 0{,}5)\lambda < \Delta d_N$

+ Nếu gặp hai nguồn dao động ngược pha:

Cực đại: $\Delta d_M < (k + 0{,}5)\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

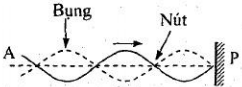


Số giá trị nguyên của k thoả mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

II. Sóng dừng

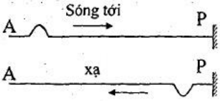
1. Định nghĩa

Sóng có các nút và bụng sóng cố định trong không gian gọi là sóng dừng.



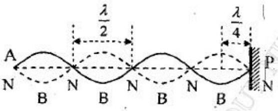
2. Tính chất

+ Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng: đó là sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng.



+ Khoảng cách giữa 2 nút sóng hay giữa 2 bụng sóng bất kì:

$$d_{BB} = d_{NN} = k\frac{\lambda}{2}, \quad k = 1, 2, 3\ldots$$



+ Khoảng cách giữa 1 nút sóng với 1 bụng bất kì:

$$d_{NB} = (2k+1)\frac{\lambda}{4}, \quad k = 0, 1, 2\ldots.$$

+ Thời gian hai lần dây duỗi thẳng liên tiếp: $\Delta t = \frac{T}{2}$

+ Bề rộng một bụng sóng là 4a

3. Phương trình sóng tại một điểm M bất kì cách điểm phản xạ cố định B một đoạn d là: $u_M = 2a.\sin\frac{2\pi d}{\lambda}.\cos\left(\omega t - \frac{2\pi \ell}{\lambda}\right)$

$\Rightarrow$ Biên độ dao động tại M: $A_M = 2a.\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$

+ $A_{M_{max}} = 2a \Leftrightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$; $k \in \mathbb{Z}$

+ $A_{M_{min}} = 0 \Leftrightarrow d = k\frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$

4. Điều kiện để có sóng dừng trên dây

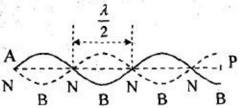
* Dây cố định hai đầu: $\boxed{l = k\frac{\lambda}{2}}$ với số bụng là k, số nút là k + 1

– Số bó sóng k tỉ lệ với tần số f: $l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{f_1}{f_2}$

– Bước sóng dài nhất $\lambda_{max} = 2l$ khi k = 1 (chỉ có 1 bó sóng)

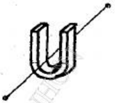
* Dây cố định một đầu, một đầu tự do:

$\boxed{l = (2k-1)\frac{\lambda}{4}}$ với số bụng bằng số nút bằng k.



DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

5. Một số lưu ý:



+ Một sợi dây nối với nguồn xoay chiều tần số f, dây đặt trong khoảng giữa hai bản của một nam châm hình chữ U thì dây sẽ dao động với tần số cũng là f.

+ Một sợi dây thép căng thẳng, đặt gần một đầu nam châm điện thẳng, nếu dòng điện qua nam châm có tần số f thì dây sẽ dao động với tần số 2f.

+ Tần số do đàn phát ra (hai đầu dây cố định ⇒ hai đầu là nút sóng): $f = k\dfrac{v}{2\ell}$ $(k \in N)$

+ Tần số do ống sáo phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở ⇒ một đầu là nút sóng, một đầu là bụng sóng): $f = (2k-1)\dfrac{v}{4\ell}$ $(k \in N)$

B. VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Hai nguồn O_1 và O_2 gây ra hai sóng kết hợp dao động vuông góc với mặt chất lỏng có phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos\omega t$. Điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn O_1 và O_2 lần lượt d_1, d_2. Biên độ sóng tổng hợp tại M là

A. $A = 2a\left|\cos\left(\omega t - \pi\dfrac{d_1+d_2}{\lambda}\right)\right|$. **B.** $A = 2a\left|\cos\dfrac{d_1-d_2}{\lambda}\right|$.

C. $A = 2a\left|\cos\pi\dfrac{d_2-d_1}{\lambda}\right|$. **D.** $A = 2a\left|\cos 2\pi\dfrac{d_2-d_1}{\lambda}\right|$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Dao động tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1+d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}\right]$$

⇒ Biên độ $A = 2a\left|\cos\left[\pi\dfrac{d_2-d_1}{\lambda} + \dfrac{\Delta\varphi}{2}\right]\right|$

Vì hai nguồn cùng pha, $\Delta\varphi = 0$ nên $A = 2a\left|\cos\left[\pi\dfrac{d_2-d_1}{\lambda}\right]\right|$ ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động với phương trình $u_1 = 1,5\cos\left(50\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ cm và $u_2 = 1,5\cos\left(50\pi t + \dfrac{5\pi}{6}\right)$ cm. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Tại điểm M trên mặt nước cách S_1 một đoạn $d_1 = 10$ cm và và cách S_2 một đoạn $d_2 = 17$ cm sẽ có biên độ sóng tổng hợp bằng

A. $1,5\sqrt{3}$ cm. **B.** 3 cm. **C.** $1,5\sqrt{2}$ cm. **D.** 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{100}{25} = 4$ cm

Độ lệch pha của 2 nguồn $\Delta\varphi = \pi$ nên biên độ sóng tổng hợp tại M là:

$$A = 2a\left|\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right]\right| = 2a\left|\cos\left[\pi\frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right]\right|$$

Thay số: $A = 2.1,5\left|\cos\left[\pi\dfrac{17-10}{4} + \dfrac{\pi}{2}\right]\right| = 3\left|\cos\dfrac{9\pi}{4}\right| = 1,5\sqrt{2}$ cm $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Thực hiện giao thoa sóng cơ với 2 nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2 phát ra 2 sóng có cùng biên độ 1cm, bước sóng $\lambda = 20$cm. Tại điểm M cách S_1 một đoạn 50 cm và cách S_2 một đoạn 10 cm có biên độ sóng tổng hợp là

A. 2 cm. **B.** 0 cm. **C.** $\sqrt{2}$ cm. **D.** $\dfrac{\sqrt{2}}{2}$ cm.

Ví dụ 3: Hai điểm S_1, S_2 trên mặt một chất lỏng dao động cùng pha với pha ban đầu bằng 0, biên độ 1,5cm và tần số f = 20Hz. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1,2m/s. Điểm M cách S_1, S_2 các khoảng lần lượt bằng 30 cm và 36 cm dao động với phương trình:

A. $u = 1,5\cos(40\pi t - 11\pi)$ (cm). **B.** $u = 3\cos(40\pi t - 11\pi)$ (cm).

C. $u = -3\cos(40\pi t + 10\pi)$ (cm). **D.** $u = 3\cos(40\pi t - 10\pi)$ (cm).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{120}{20} = 6$ cm

Luôn có: $u_M = 2a\cos\left[\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda} + \dfrac{\Delta\varphi}{2}\right]\cos\left[\omega t - \pi\dfrac{d_1 + d_2}{\lambda} + \dfrac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Trong bài này, do 2 nguồn cùng pha và pha ban đầu bằng 0 nên:

$$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda}\right].$$ Thay số:

$$u_M = 2.1,5\cos\left[\pi\frac{36-30}{6}\right]\cos\left[2\pi.20t - \pi\frac{30+36}{6}\right] = 2.1,5.\cos(\pi).\cos(40\pi t - 11\pi)$$

$u_M = -3\cos(40\pi t - 11\pi) = 3\cos(40\pi t - 10\pi)\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 4: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng cùng phương $u_A = 4.\cos\omega t$ (cm) và $u_B = 2.\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm), coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Biên độ sóng tổng hợp tại trung điểm của đoạn AB là

A. 0. **B.** 5,3 cm. **C.** 4 cm. **D.** 6 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nguồn $\begin{cases} u_A = 4\cos\omega t \\ u_B = 2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \end{cases}$ lan truyền tới M $\begin{cases} u_{AM} = 4\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{BM} = 2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3} - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$

Điểm M thực hiện 2 dao động thành phần, theo lí thuyết tổng hợp dao động ta có biên độ $A_M = \sqrt{4^2 + 2^2 + 2.4.2.\cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)\right)} = 5,3\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là: $u_1 = 2\cos(\omega t - 5\pi/6)$ cm; $u_2 = \cos(\omega t + \pi/6)$ cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Tại điểm M trên mặt nước thỏa mãn điều kiện MA – MB = λ (với λ là bước sóng). Biên độ dao động tổng hợp tại M là

A. 3 cm. **B.** 2 cm. **C.** 1 cm. **D.** 8 cm.

Bài 2: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A và B giống nhau, dao động điều hòa với biên độ a, tạo ra trên bề mặt hai sóng kết hợp truyền đi với biên độ không đổi với bước sóng là 24 cm. Một điểm M nằm trên mặt chất lỏng dao động với biên độ là $a\sqrt{2}$. Trong các giá trị sau đây, hiệu số MB – MA có thể có giá trị

A. 12 cm. **B.** 32 cm. **C.** 20 cm. **D.** 30 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 LÀ ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

Bài 3: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình u = 5cosωt (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là AM = 4,75 cm; BM = 3,25 cm. Chọn câu đúng.

A. Điểm M dao động với biên độ cực đại.

B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.

C. Điểm M dao động với biên độ cực tiểu.

D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Bài 4: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B đều có phương trình u = 5cosωt (cm). Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và bước sóng là 2 cm. Điểm M trên mặt nước nằm trong vùng giao thoa cách A và B lần lượt là AM = 3,75 cm; BM = 3,25 cm. Chọn câu đúng.

A. Có những thời điểm mà M và B cùng qua vị trí cân bằng của chúng.

B. Điểm M dao động cùng pha với các nguồn.

C. Khi tốc độ dao động của M cực tiểu thì tốc độ dao động của A cực đại.

D. Điểm M dao động ngược pha với các nguồn.

Bài 5: Trên mặt nước hai nguồn sóng kết hợp A, B dao động với phương trình u = 5cos200πt cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi và tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,25 m/s. Hai điểm M, N trên mặt nước với AM = 4 cm; BM = 3 cm; AN = 4,25 cm; BN = 4,5 cm. So sánh trạng thái dao động của các nguồn với trạng thái dao động của hai điểm M, N.

A. N cùng pha với các nguồn, M dao động cực đại.

B. M cùng pha với các nguồn, N không dao động.

C. N ngược pha với các nguồn, M không dao động.

D. M ngược pha với các nguồn, N không dao động.

Ví dụ 5: Hai nguồn sóng cơ O_1 và O_2 cách nhau 20 cm dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 1{,}5\cos 40\pi t$ (cm) lan truyền trong một môi trường với v = 1,2 m/s. Điểm M trên đoạn O_1O_2 và cách O_1 đoạn 9,5 cm dao động với vận tốc cực đại bằng

A. $60\pi\sqrt{3}$ cm/s. **B.** $60\pi\sqrt{2}$ cm/s. **C.** 60π cm/s. **D.** 0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Tần số góc $\omega = 40\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 20$ Hz $\Rightarrow$ bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{120}{20} = 6$ cm

+ Phương trình dao động tại M: $u_M = 2a\cos\left[\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}\right]\cos\left[\omega t - \pi\dfrac{d_1 + d_2}{\lambda}\right]$

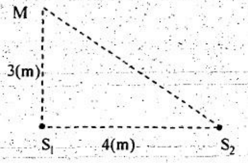
$$u_M = 2.1,5.\cos\left[\pi\frac{10,5-9,5}{6}\right]\cos\left[40\pi t - \pi\frac{20}{6}\right] = 2.1,5.\cos\left[\frac{\pi}{6}\right]\cos\left[40\pi t - \pi\frac{10}{3}\right]$$

$$\Rightarrow u_M = 1,5\sqrt{3}.\cos\left[40\pi t - \pi\frac{10}{3}\right] \text{ cm}$$

+ Vận tốc dao động cực đại của M: $v_{max} = \omega.A = 40\pi.1,5\sqrt{3} = 60\pi\sqrt{3}$ cm/s.

$\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Hai nguồn sóng S_1, S_2 trên mặt nước tạo ra các sóng có bước sóng bằng 2 m và biên độ A. Hai nguồn được đặt cách nhau 4 m trên mặt nước như hình vẽ. Biết rằng dao động của hai nguồn cùng pha, cùng tần số và cùng phương dao động. Biên độ dao động tổng hợp tại M cách nguồn S_1 một đoạn 3(m) nhận giá trị nào trong các giá trị sau đây?



A. 2A. **B.** 1A. **C.** 0. **D.** 3A.

Ví dụ 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng với hai nguồn đồng pha, những điểm trong vùng giao thoa dao động với biên độ cực đại khi hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn là

A. $k\dfrac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$.

B. $2k\dfrac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$.

C. $(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$

D. $(2k+1)\dfrac{\lambda}{4}$ $(k \in Z)$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biên độ $A = 2a\left|\cos\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$

$\Rightarrow A = A_{max} = 2a \Leftrightarrow \cos\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow \pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda} = k\pi$ với $k \in Z$

Hay $d_2 - d_1 = k\lambda = 2k\dfrac{\lambda}{2}$ với $k \in Z$ $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 7: Trong một thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động cùng pha với tần số f = 15 Hz. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Gọi d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm đang xét đến S_1 và S_2. Tại điểm nào sau đây dao động sẽ có biên độ cực đại?

A. $d_1 = 25$ cm; $d_2 = 20$ cm. **B.** $d_1 = 24$ cm; $d_2 = 21$ cm.

C. $d_1 = 25$ cm; $d_2 = 21$ cm. **D.** $d_1 = 26$ cm; $d_2 = 27$ cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{15} = 2$ cm

Điểm có hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng một số nguyên của bước sóng thì ở đó sẽ có biên độ cực đại. Nhận thấy chỉ có trường hợp C là thỏa mãn, vì $d_1 - d_2 = 25 - 21 = 4\text{ cm} = 2.2\text{ cm} = 2.\lambda \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 8: Trong hiện tượng giao thoa sóng với hai nguồn đồng pha, những điểm trong vùng giao thoa không dao động khi hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn là

A. $k\frac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$. **B.** $2k\frac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$.

C. $(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ $(k \in Z)$. **D.** $(2k+1)\frac{\lambda}{4}$ $(k \in Z)$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biên độ dao động tổng hợp $A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$

$$\Rightarrow A = A_{min} = 0 \Leftrightarrow \cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = 0 \Rightarrow \pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2},\ k \in Z$$

$\Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ với $k \in Z$ $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Tại hai điểm A và B khá gần nhau trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là

$u_1 = a\cos\omega t$ (cm) và $u_2 = a\cos(\omega t + \pi)$ (cm). Điểm M trên mặt chất lỏng cách A và B những đoạn tương ứng là d_1, d_2 sẽ dao động với biên độ cực đại nếu

A. $d_2 - d_1 = k\lambda$ $(k \in Z)$. **B.** $d_2 - d_1 = (k + 0,5)\lambda$ $(k \in Z)$.

C. $d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda$ $(k \in Z)$. **D.** $d_2 - d_1 = k\lambda/2$ $(k \in Z)$.

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm giao thoa của sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp tại A và B dao động cùng pha với tần số f = 15 Hz. Tại điểm M cách A và B lần lượt là d_1 = 23 cm và d_2 = 26,2 cm sóng có biên độ dao động cực đại, giữa M và đường trung trực của AB còn có một dãy cực đại. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. 18 cm/s. **B.** 21,5 cm/s. **C.** 24 cm/s. **D.** 25 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Tại M sóng có biên độ cực đại nên thỏa mãn phương trình $d_2 - d_1 = k\lambda$.

– Giữa M và đường trung trực của AB (k = 0) còn có một dãy cực đại nữa nên cực đại đi qua M ứng với $k = 2 \Rightarrow 26{,}2 - 23 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 1{,}6$ cm.

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng $v = \lambda f = 1{,}6.15 = 24$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha với tần số 20 Hz. Người ta thấy điểm M dao động cực đại và giữa M với đường trung trực của AB có một đường không dao động. Hiệu khoảng cách từ M đến A, B là 2 cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước bằng

A. 10 cm/s. **B.** 20 cm/s. **C.** 30 cm/s. **D.** 40 cm/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Tại M sóng có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$.

– Vì giữa M và đường trung trực của AB có một dãy không dao động (dãy cực tiểu) nên cực đại đi qua M ứng với $k = 1 \Rightarrow 2 = 1\lambda \Rightarrow \lambda = 2$ cm.

– Vậy vận tốc truyền sóng là $v = \lambda f = 2.20 = 40$ cm/s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài 1: Tiến hành thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt thoáng của một chất lỏng nhờ hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2. Tần số dao động của mỗi nguồn là f = 40 Hz. Một điểm M nằm trên mặt thoáng của cách S_2 một đoạn 8 cm và cách S_1 một đoạn 4 cm. Giữa M và đường trung trực S_1S_2 có một gợn lồi dạng hyperbol. Biên độ dao động của M là cực đại. Vận tốc truyền sóng bằng

A. 1,6 m/s. **B.** 1,2 m/s. **C.** 0,8 m/s. **D.** 40 cm/s.

Bài 2: Tiến hành thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt thoáng của một chất lỏng nhờ hai nguồn kết hợp cùng pha S_1 và S_2. Tần số dao động của mỗi nguồn là f = 30 Hz. Cho biết S_1S_2 = 10 cm. Một điểm M nằm trên mặt thoáng của cách S_2 một đoạn 8 cm và cách S_1 một đoạn 4 cm. Giữa M và đường trung trực S_1S_2 có một gợn lồi dạng hyperbol. Biên độ dao động của M là cực đại. Số điểm dao động cực tiểu trên S_1S_2 là

A. 12. **B.** 11. **C.** 10. **D.** 9.

Ví dụ 11: Trên mặt chất long có hai tâm dao động S_1 và S_2 cùng phương, cùng phương trình dao động $u = a\cos2\pi ft$. Khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp trên đoạn S_1S_2 dao động với biên độ cực đại là

A. λ.　　**B.** 2λ.　　**C.** $\frac{\lambda}{2}$.　　**D.** $\frac{\lambda}{4}$.

Hướng dẫn:

Gọi N là một điểm thuộc S_1S_2, có $d_2 + d_1 = S_1S_2$

Vì tại N có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$

Cộng vế với vế của hai phương trình trên ta được: $2d_2 = S_1S_2 + k\lambda$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2}$$

Khoảng cách giữa 2 cực đại lân cận bậc k và bậc (k–1) là

$$\Delta d = \left[\frac{S_1S_2}{2} + k\frac{\lambda}{2}\right] - \left[\frac{S_1S_2}{2} + (k-1)\frac{\lambda}{2}\right] = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

Ví dụ 12: Trên mặt chất lỏng có hai tâm dao động S_1 và S_2 có cùng phương, cùng phương trình dao động $u = a\cos2\pi ft$. Khoảng cách giữa một điểm dao động cực đại trên đoạn S_1S_2 với điểm dao động với biên độ cực tiểu cũng trên S_1S_2 gần nó nhất là

A. λ.　　**B.** 2λ.　　**C.** $\frac{\lambda}{2}$.　　**D.** $\frac{\lambda}{4}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xen kẽ giữa 2 cực đại là 1 cực tiểu giao thoa nên khoảng cách giữa cực đại và cực tiểu liên tiếp là $\Delta d' = \frac{\Delta d}{2} = \frac{\frac{\lambda}{2}}{2} = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 13: Xét hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn O_1 và O_2 có cùng phương trình dao động $u_0 = 2\cos20\pi t$ (cm), đặt cách nhau $O_1O_2 = 15$ cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 60 cm/s. Số đường dao động cực đại trên mặt chất lỏng bằng

A. 7.　　**B.** 3.　　**C.** 9.　　**D.** 5.

Hướng dẫn:

Tần số góc $\omega = 20\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 10\text{Hz} \Rightarrow$ bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{60}{10} = 6$ cm

Gọi M là một điểm thuộc O_1O_2, ta có $d_2 + d_1 = O_1O_2$ (1)

Vì tại M có biên độ cực đại nên $d_2 - d_1 = k\lambda$ (2)

Từ (1) và (2) thu được: $2d_2 = O_1O_2 + k\lambda \Rightarrow d_2 = \frac{O_1O_2}{2} + k\frac{\lambda}{2} = 7,5 + k.3$ (cm)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

vì $0 < d_2 < O_1O_2 \Rightarrow 0 < 7,5 + 3k < 15 \Rightarrow -2,5 < k < 2,5$

Do k nguyên $\Rightarrow k = 0, \pm1, \pm2$.

Có 5 giá trị của k, vậy có 5 dãy cực đại qua đoạn $O_1O_2 \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Hai nguồn kết hợp trên mặt nước cách nhau 40 cm. Trên đường nối hai nguồn, người ta quan sát được 7 điểm dao động với biên độ cực đại (không kể 2 nguồn). Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s. Tần số dao động của nguồn là

A. 9 Hz. **B.** 7,5 Hz. **C.** 5 Hz. **D.** 6 Hz.

Ví dụ 14: Hai nguồn sóng cơ O_1 và O_2 cách nhau 20 cm dao động theo phương trình $x_1 = x_2 = 2\cos40\pi t$ (cm) lan truyền với v = 1,2 m/s. Số điểm không dao động trên đoạn thẳng nối O_1O_2 là

A. 4. **B.** 5. **C.** 6. **D.** 7.

Hướng dẫn:

Tần số góc $\omega = 40\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 20$ Hz $\Rightarrow$ Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{120}{20} = 6$ cm

Gọi N là 1 điểm thuộc O_1O_2, ta có $d_2 + d_1 = O_1O_2$ (1)

Vì tại N có biên độ cực tiểu nên có $d_2 - d_1 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ (2)

Cộng vế với vế của phương trình (1) và (2) ta được: $2d_2 = O_1O_2 + (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{O_1O_2}{2} + (2k+1)\frac{\lambda}{4} = 10 + (2k+1).1,5$$

vì $0 \le d_2 \le O_1O_2$ nên $0 \le 10 + (2k+1).1,5 \le 20 \Rightarrow -10 \le (2k+1).1,5 \le 10$

$\Rightarrow -3,83 \le k \le 2,83$. Vì $k \in Z$ nên $k = -3. -2, -1, 0, 1, 2$.

Có 6 giá trị của k, vậy có 6 dãy cực tiểu qua đoạn $O_1O_2 \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Chú ý: Các bài toán ở trên được trình bày theo tinh thần diễn giải, bạn đọc có thể chọn đáp án nhanh hơn nếu vận dụng các công thức tính nhanh ở phần lí thuyết.

Ví dụ 15: Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos40\pi t$ (mm) và $u_2 = 7\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là

A. 11. **B.** 9. **C.** 10. **D.** 8.

Hướng dẫn:

Tần số góc $\omega = 40\pi$ rad/s $\Rightarrow f = 20$ Hz $\Rightarrow$ Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{80}{20} = 4$ cm

Đây là 2 nguồn ***ngược pha***, nên số cực đại được xác định qua bất đẳng thức:
$-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{20}{4} - \frac{1}{2} < k < \frac{20}{4} - \frac{1}{2} \Rightarrow -5,5 < k < 4,5$

$\Rightarrow k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4; -5$. Có tất cả 10 giá trị nguyên của k $\Rightarrow$ có 10 điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng $S_1S_2 \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 16: Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau một đoạn 7 cm dao động với tần số 40 Hz, tốc độ truyền sóng là 0,6 m/s. Tìm số điểm dao động cực đại giữa A và B trong các trường hợp hai nguồn dao động

a) cùng pha. b) ngược pha

Hướng dẫn:

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0,6}{40} = 0,015$ (m) = 1,5 (cm).

a) Nếu hai nguồn cùng pha: $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -4,7 < k < 4,7$; vì $k \in Z$ nên k nhận 9 giá trị $\Rightarrow$ số điểm cực đại là 9.

b) Nếu hai nguồn ngược pha: $-\frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} < k < \frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} \Rightarrow -4,2 < k < 5,3$

vì $k \in Z$ nên k nhận 10 giá trị, do đó số điểm cực đại là 10.

Ví dụ 17: Tại mặt nước nằm ngang có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 18 cm dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là: $u_1 = a\sin\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm và $u_2 = a\sin\left(40\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ cm. Biết vận tốc truyền sóng v = 120 cm/s. Gọi AB là 2 điểm trên mặt nước sao cho ABS_1S_2 là hình vuông. Trên đoạn AB, số đường dao động cực tiểu là

A. 4. **B.** 3. **C.** 2. **D.** 1.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v.2\pi}{\omega} = \frac{120.2\pi}{40\pi} = 6$ (cm)

+ Phương trình dao động của điểm M là:

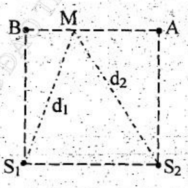
$$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

$$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{6}\right]\cos\left[40\pi t-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}+\frac{\pi}{3}\right]$$

Nên biên độ của M là $A_M = 2a\left|\cos\left[\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{6}\right]\right|$

Vì chỉ tính các điểm cực tiểu nên ta cho $A_M = 0 \Rightarrow \cos\left[\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{6}\right]=0$

$\Rightarrow \pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{6}=(2k+1)\frac{\pi}{2}$ cuối cùng thu được điều kiện: $d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{3}\right)\lambda=\left(k+\frac{1}{3}\right)6$



Khi M trùng với B thì:

$d_{2B}-d_{1B}=S_2B-S_1B=18\sqrt{2}-18=18\left(\sqrt{2}-1\right)$

Khi M trùng với A thì:

$d_{2A}-d_{1A}=S_2A-S_1A=18-18\sqrt{2}=-18\left(\sqrt{2}-1\right)$

+ Vì chỉ xét M trên đoạn AB nên $d_{2A}-d_{1A}\le d_2-d_1\le d_{2B}-d_{1B}$

$\Rightarrow -18\left(\sqrt{2}-1\right)\le\left(k+\frac{1}{3}\right)6\le 18\left(\sqrt{2}-1\right)$

$\Rightarrow -1{,}57\le k\le 0{,}9 \ \Rightarrow k=-1;\ 0$

Có tất cả 2 giá trị của k nên có 2 đường dao động cực tiểu ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 18: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BM là

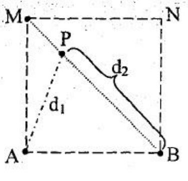
A. 19. **B.** 18. **C.** 20. **D.** 17.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bước sóng: $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{v.2\pi}{\omega}=\frac{30.2\pi}{40\pi}=1{,}5$ (cm)

+ Ở phần lí thuyết ta biết rằng, khi 2 nguồn ngược pha, điều kiện để có cực đại là:



$$d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{1,5}{2}$$

Vì điểm P chạy trên đoạn MB nên

$$-20 < d_{BP} - d_{AP} \le 20\left(\sqrt{2}-1\right) \Rightarrow -20 < (2k+1)\frac{1,5}{2} \le 20\left(\sqrt{2}-1\right)$$

$\Rightarrow -13,8 < k \le 5,02$ vì $k \in Z$ nên: $k = 0; \pm1; \pm2; \pm3; \pm4; \pm5; -6; -7; ...; -13$

Có 19 giá trị của k, do đó trên đoạn BM có 19 cực đại đi qua $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng cách nhau 15 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình: $u_1 = a\cos 40\pi t$; $u_2 = b\cos 40\pi t$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng 40 cm/s. Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho AE = EF = FB. Tìm số cực đại, cực tiểu trên đoạn EF?

Bài toán 2: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 16 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình: $u_1 = a\cos(30\pi t)$; $u_2 = b\cos(30\pi t + \pi/2)$. Bước sóng trên mặt nước 2 cm. Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho AE = FB = 2 cm. Số cực tiểu trên đoạn EF là

A. 13. **B.** 11. **C.** 12. **D.** 10.

Bài toán 3: Trong hiện tượng giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 14,5 cm dao động cùng biên độ, cùng pha. Gọi I là trung điểm của AB, điểm M nằm trên IB gần trung điểm I nhất cách I là 0,5 cm mặt nước luôn đứng yên. Số điểm dao động với biên độ cực đại trong khoảng từ A đến I là

A. 7. **B.** 8. **C.** 14. **D.** 15.

Bài toán 4: Trên mặt thoáng của chất lỏng, hai nguồn kết hợp A và B dao động ngược pha cách nhau 10 cm. Sóng tạo thành trên mặt chất lỏng lan truyền với bước sóng 0,5 cm. Gọi O là điểm nằm trên đoạn AB sao cho OA = 3 cm và M, N là hai điểm trên bề mặt chất lỏng sao cho MN vuông góc với AB tại O và OM = ON = 4 cm. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn MN là

A. 2. **B.** 3. **C.** 4. **D.** 5.

Bài toán 5: Tại hai điểm A, B cách nhau 13 cm trên mặt nước có hai nguồn sóng đồng bộ, tạo ra sóng mặt nước có bước sóng là 1,2 cm. M là điểm trên mặt nước cách A và B lần lượt là 12 cm và 5,0 cm. N đối xứng với M qua AB. Số hyperbol cực đại cắt đoạn MN là

A. 0. **B.** 2. **C.** 3. **D.** 4.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 - 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 6: Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên chu vi hình vuông AMNB là

A. 27. **B.** 26. **C.** 52. **D.** 54.

Bài toán 7: Trên mặt nước nằm ngang, có một hình chữ nhật ABCD. Gọi E, F là trung điểm của AD và BC. Trên đường thẳng EF đặt hai nguồn S_1 và S_2 dao động cùng pha theo phương thẳng đứng sao cho đoạn EF nằm trong đoạn S_1S_2 và $S_1E = S_2F$. Bước sóng lan truyền trên mặt nước 1,4 cm. Biết $S_1S_2 = 10$ cm; $S_1B = 8$ cm và $S_2B = 6$ cm. Trên chu vi của hình chữ nhật ABCD, số điểm dao động với biên độ cực đại là

A. 7. **B.** 8. **C.** 11. **D.** 10.

Ví dụ 19: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 13 cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số f = 50Hz, vận tốc truyền sóng v = 2 m/s. Một đường tròn bán kính R = 4cm có tâm tại trung điểm của S_1S_2, nằm trong mặt phẳng chứa các vân giao thoa. Số điểm dao động cực đại trên đường tròn là

A. 5 **B.** 8 **C.** 10 **D.** 12.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có: $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{200}{50} = 4\text{cm}.$

Điều kiện để tại một điểm dao động với biên độ cực đại là $d_2 - d_1 = k\lambda$.

Gọi M, N là 2 giao điểm của đường tròn với đường nối S_1S_2, theo hình vẽ ta có:

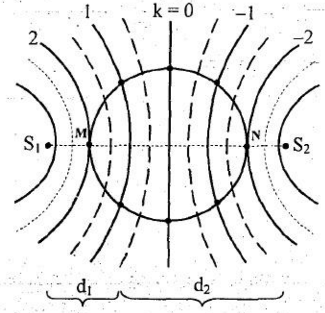
$d_{2M} - d_{1M} = MS_2 - MS_1 = MN = 2R$

$d_{2N} - d_{1N} = NS_2 - NS_1 = -MN = -2R$

Vì chỉ xét trên đoạn MN nên $(d_{2N} - d_{1N}) \le (d_2 - d_1) \le (d_{2M} - d_{1M})$

$\Rightarrow -2R \le k\lambda \le 2R \Rightarrow -\dfrac{2R}{\lambda} \le k \le \dfrac{2R}{\lambda}$

$\Rightarrow -2 \le k \le 2 \Rightarrow k = 0;\ \pm 1;\ \pm 2$. Có 5 giá trị nguyên của k trên đoạn MN, nghĩa là trên đoạn MN có 5 vân cực đại đi qua. Theo hình vẽ, vân trung tâm và hai vân bậc 1 mỗi vân cắt đường tròn tại 2 điểm. Riêng vân bậc 2 tiếp xúc với đường tròn. Vì vậy tính trên chu vi của đường tròn chỉ có 8 điểm dao động với biên độ cực đại ⇒ *Đáp án B.*



Bài tập vận dụng: Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 21cm dao động cùng phá nhau với cùng tần số 100 Hz. Vận tốc truyền sóng bằng 4 m/s. Bao quanh A và B bằng một vòng tròn có tâm O nằm tại trung điểm AB với bán kính lớn hơn 10 cm. Số vân lồi cắt nửa vòng tròn nằm về một phía của AB là

A. 9. **B.** 10. **C.** 11. **D.** 12.

Câu hỏi phụ: Nếu thay vòng tròn bằng đường elip nhận A và B làm tiêu điểm thì bài toán có gì khác không?

Trên mặt nước có hai nguồn sóng cơ AB cách nhau 21 cm dao động theo các phương trình $u_1 = a\cos 4\pi t$; $u_2 = b\cos(4\pi t + \pi)$, lan truyền trong môi trường với tốc độ 12 cm/s. Số điểm dao động cực tiểu trên đường elíp thuộc mặt nước nhận A, B làm tiêu điểm là

A. 6. **B.** 7. **C.** 14. **D.** 12.

Ví dụ 20: Trên mặt nước, hai nguồn phát sóng A và B giống nhau cách nhau 12 cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8 cm. Trên đoạn CO, số điểm dao động ngược pha với nguồn là

A. 2. **B.** 3. **C.** 4. **D.** 5.

Phân tích và hướng dẫn giải:

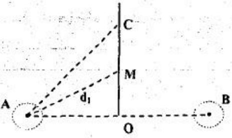
+ Trong bài này, do hai nguồn giống nhau tức cùng pha, để đơn giản, ta cho pha ban đầu của chúng bằng 0, vậy phương trình dao động tổng hợp của điểm M là

$u_M = 2a\cos\left[\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right]\cos\left[\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda}\right]$. Theo đề ra, do chỉ xét điểm M thuộc đường trung trực nên $d_2 = d_1 \Rightarrow u_M = 2a\cos\left[\omega t - \pi\frac{2d_1}{\lambda}\right]$

Vậy độ lệch pha giữa nguồn và điểm M sẽ là $\Delta\varphi = 0 - \left[-\pi\frac{2d_1}{\lambda}\right] = \pi\frac{2d_1}{\lambda}$

+ Điểm M dao động ngược pha với nguồn nên $\pi\frac{2d_1}{\lambda} = (2k+1)\pi$

$$\Rightarrow d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{1,6}{2} = (2k+1).0,8$$



Theo hình vẽ ta thấy $AO \le d_1 \le AC$

Suy ra $\frac{AB}{2} \le (2k+1).0,8 \le \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2}$

$\Rightarrow 6 \le (2k+1).0,8 \le 10 \Rightarrow 3,25 \le k \le 5,75 \Rightarrow$ k chỉ nhận 2 giá trị nguyên 4 và 5

$\Rightarrow$ Trên đoạn CO có 2 điểm dao động ngược pha so với nguồn $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB một khoảng 8 cm. Số điểm dao động cùng pha với nguồn ở trên đoạn CO là

A. 2. **B.** 5. **C.** 3. **D.** 4.

Bài toán 2: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 1,6 cm. Gọi C và D là hai điểm khác nhau trên mặt nước, cách đều hai nguồn và đều cách trung điểm O của AB một khoảng 8 cm. Số điểm dao động cùng pha với nguồn ở trên đoạn CD là

A. 6. **B.** 5. **C.** 3. **D.** 10.

Bài toán 3: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống nhau A và B cách nhau 12 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 0,8 cm. Gọi C là điểm trên mặt nước, cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của AB 8 cm. Số điểm dao động vuông pha với nguồn ở trên đoạn CO là

A. 5. **B.** 10. **C.** 3. **D.** 4.

Ví dụ 21: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng là $50\,(mm)$ đều dao động theo phương trình $u = a\sin 200\pi t\,(mm)$ trên mặt nước. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước $v = 0,8\,m/s$ và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Hỏi điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Bước sóng: $\lambda = vT = v.\frac{2\pi}{\omega} = 0,8.\frac{2\pi}{200\pi} = 0,008\,(m) = 8\,(mm)$

+ Tại một điểm P bất kì ở trên bề mặt nước sẽ nhận được các sóng do S_1 và S_2 gửi tới: $\begin{cases} u_{1P} = a\sin\left(200\pi t - \dfrac{2\pi d_1}{\lambda}\right)(\text{mm}) \\ u_{2P} = a\sin\left(200\pi t - \dfrac{2\pi d_2}{\lambda}\right)(\text{mm}) \end{cases}$ nên dao động tổng hợp tại P là;

$$u_P = u_{1P} + u_{2P} = 2a\cos\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\sin\left(200\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right)(\text{mm})$$

+ Vì P nằm trên trung trực của $S_1S_2 \Rightarrow d_1 = d_2 = d \Rightarrow \cos\dfrac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = 1 > 0$

nên độ lệch pha của điểm P so với các nguồn là $\Delta\phi_P = \dfrac{\pi}{\lambda}(d_1 + d_2) = \dfrac{2\pi d}{\lambda}$.

+ Điểm P dao động cùng pha với các nguồn khi $\Delta\phi_P = 2k\pi$

Vậy ta có $\dfrac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda = 8k\ (\text{mm})\ (k \in Z)$.

+ Do P nằm trên đường trung trực nên $d \ge \dfrac{S_1S_2}{2} \Rightarrow 8k \ge 25 \Rightarrow k \ge 3{,}125$.

$\Rightarrow k_{min} = 4 \Rightarrow d_{min} = 4.8 = 32\ (\text{mm})$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 50 mm đều dao động theo phương trình u = acos(200πt) mm trên mặt nước. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước 0,8 m/s và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Điểm gần nhất dao động ngược pha với các nguồn nằm trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 một khoảng bằng

A. 32 mm. **B.** 28 mm. **C.** 24 mm. **D.** 26 mm.

Bài toán 2: Trên mặt nước có hai nguồn sóng A và B giống nhau và cách nhau 8 cm dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng có bước sóng 5 cm. Điểm trên trên mặt nước thuộc đường trung trực của đoạn thẳng AB dao động cùng pha với hai nguồn cách đường thẳng AB một khoảng nhỏ nhất là

A. 2 cm. **B.** 2,8 cm. **C.** 2,4 cm. **D.** 3 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Bài toán 3: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a\cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

A. 10 cm. **B.** $2\sqrt{10}$ cm. **C.** $2\sqrt{2}$ cm. **D.** 2 cm.

Gợi ý: Phương trình tại M và O $u_M = 2a\cos\left(50\pi t - \dfrac{2\pi d}{\lambda}\right); u_O = 2a\cos(50\pi t - 9\pi)$

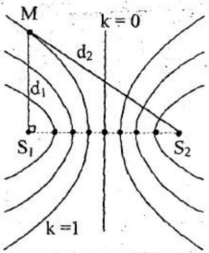
$$\Rightarrow \Delta\varphi_{M/O} = 9\pi - \frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = 9 - 2k > AO = 9 \Rightarrow k < 0$$

$$d_{min} \Leftrightarrow k_{max} = -1 \Rightarrow d_{min} = 11 \Rightarrow MO = \sqrt{d_{min}^2 - AO^2} = \sqrt{11^2 - 9^2}$$

Ví dụ 22: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 40cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số f = 10Hz, vận tốc truyền sóng v = 2 m/s. Gọi M là điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1 ở đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn S_1M có giá trị lớn nhất là

A. 20cm **B.** 30cm **C.** 40cm **D.** 50cm

Phân tích và hướng dẫn giải:



Có: $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{200}{10} = 20$cm.

Để đoạn S_1M có giá trị lớn nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 1 như hình vẽ.

$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 1.20 = 20\text{cm}$ (1)

Ngoài ra, do S_1MS_2 là tam giác vuông tại S_1 nên:

$d_2 = S_2M = \sqrt{(S_1S_2)^2 + (S_1M)^2} = \sqrt{40^2 + d_1^2}$ (2)

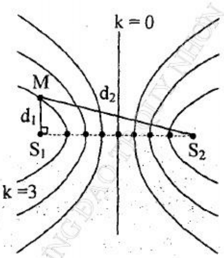
Thay (2) vào (1) ta được: $\sqrt{40^2 + d_1^2} - d_1 = 20$

$\Rightarrow d_1 = 30\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 23: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 100cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số f = 10Hz, vận tốc truyền sóng v = 3 m/s. Gọi M là điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với S_1S_2 tại S_1 ở đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất là

A. 5,28 cm. **B.** 10,56 cm. **C.** 12cm. **D.** 30cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{300}{10} = 30\text{cm}$.

Số vân dao động với biên độ cực đại trong đoạn S_1S_2 thỏa mãn điều kiện:

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 = k\lambda < S_1S_2$$

$$\Rightarrow -\frac{S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow -\frac{100}{30} < k < \frac{100}{30}$$

$$\Rightarrow -3{,}33 < k < 3{,}33 \Rightarrow k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3.$$

Để đoạn S_1M có giá trị nhỏ nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 3 như hình vẽ.

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda = 3.30 = 90\text{cm} \quad (1)$$

Lại có: $d_2 = S_2M = \sqrt{(S_1S_2)^2 + (S_1M)^2} = \sqrt{100^2 + d_1^2}$ (2)

Thay (2) vào (1) ta được: $\sqrt{100^2 + d_1^2} - d_1 = 90 \Rightarrow d_1 = 10{,}56\text{cm} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn A, B cách nhau 4 cm dao động cùng phương, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 1 cm. Nguồn B sớm pha hơn nguồn A là $\pi/2$. Tại một điểm Q trên mặt chất lỏng nằm trên đường thẳng qua A, vuông góc với AB cách A một đoạn x. Nếu Q nằm trên vân cực đại thì x có giá trị lớn nhất là

A. 31,875 cm. **B.** 31,545 cm. **C.** 1,5 cm. **D.** 0,84 cm.

Bài toán 2: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là AB = 16 cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 4 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx' là

A. 1,42 cm. **B.** 1,50 cm. **C.** 2,15 cm. **D.** 2,25 cm.

Bài toán 3: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A, B trên mặt nước. Khoảng cách hai nguồn là AB = 16 cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng 3 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách xa nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

A. 24,25 cm. B. 12,45 cm. **C.** 22,82 cm. **D.** 28,75 cm.

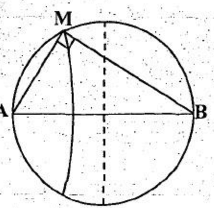
Bài toán 4: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 8 cm có hai nguồn kết hợp dao động với phương trình $u_1 = a\cos40\pi t$ và $u_2 = b\cos40\pi t$, biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 4 cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Tìm khoảng cách lớn nhất giữa CD và AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 3 điểm dao động với biên độ cực đại?

A. 3,3 cm. **B.** 6 cm. **C.** 8,9 cm. **D.** 9,7 cm.

Ví dụ 24: *(Trích bài toán của tác giả CHU VĂN BIÊN)* Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 10 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A một đoạn nhỏ nhất là

A. 5,0 cm. **B.** $5\sqrt{2}$ cm. **C.** 8,0 cm. **D.** 6,0 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:



+ Muốn gần trung trực nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 1 và muốn M gần A thì M phải như hình vẽ. Ta có $MB - MA = k\lambda = 1.2 = 2$ (*)

+ Mặt khác lại có: $MA^2 + MB^2 = AB^2 = 10^2$ (**)

Từ (*) và (**) ta được: MA = 6 cm

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 5 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực tiểu. M cách A một đoạn nhỏ nhất là

A. 5 cm. **B.** 4 cm. **C.** 6 cm. **D.** 3 cm.

Bài toán 2: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn giống hệt nhau A và B cách nhau 9 cm, tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 2 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB thuộc mặt nước xa đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A một đoạn nhỏ nhất là

A. 1,2 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 1,8 cm. **D.** 0,95 cm.

Bài toán 3: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn xa nhất một đoạn là

A. 19,97 cm. **B.** 19,75 mm. **C.** 20 cm. **D.** 11,9 cm.

Bài toán 4: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn A, B cách nhau 20 cm dao động cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 50 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,5 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm dao động với biên độ cực đại cách đường thẳng AB một đoạn gần nhất là

A. 18,67 mm. **B.** 17,96 mm. **C.** 19,97 mm. **D.** 15,39 mm.

Bài toán 5: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, cùng pha, cùng tần số 40 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,2 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách đường trung trực của AB gần nhất một khoảng là

A. 27,75 mm. **B.** 26,1 mm. **C.** 19,76 mm. **D.** 32,4 mm.

Bài toán 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa cùng pha, cùng tần số f = 40 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,2 m/s. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại cách xa đường trung trực của AB nhất một khoảng là

A. 34,5 cm. **B.** 26,1 cm. **C.** 21,7 cm. **D.** 19,7 cm.

Ví dụ 25: Hai mũi nhọn S_1, S_2 ban đầu cách nhau 8cm gắn ở đầu một cần rung có tần số f = 100Hz, được đặt chạm nhẹ vào mặt nước. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là v = 0,8 m/s.

a) Gõ nhẹ cần rung cho hai điểm S_1, S_2 dao động theo phương thẳng đứng với phương trình dạng $u = a.\cos 2\pi ft$. Viết phương trình dao động của điểm M_1 cách đều S_1, S_2 một khoảng d = 8cm.

b) Tìm trên đường trung trực của S_1, S_2 điểm M_2 gần M_1 nhất và dao động cùng pha với M_1.

c) Cố định tần số rung, thay đổi khoảng cách S_1S_2. Để lại quan sát được hiện tượng giao thoa ổn định trên mặt nước, phải tăng khoảng cách S_1S_2 một đoạn ít nhất bằng bao nhiêu? Với khoảng cách ấy thì giữa S_1, S_2 có bao nhiêu điểm có biên độ cực đại. Coi rằng khi có giao thoa ổn định thì hai điểm S_1S_2 là hai điểm có biên độ cực tiểu.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Với $d_1 + d_2 = 16cm = 20\lambda$ và $d_2 - d_1 = 0$, phương trình dao động sóng tổng hợp tại M_1: $u_{M_1} = 2a\left|\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right|\cos\left[200\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right] = 2a\cos\left[200\pi t - 20\pi\right]$

b) Xét hai điểm M_2 và $M_{2'}$ cùng pha với M_1 và ở hai bên gần M_1, ta có:

$S_1M_2 = d + \lambda = 8 + 0,8 = 8,8$ cm $S_1M_{2'} = d - \lambda = 8 - 0,8 = 7,2$ cm

Theo Pitago ta được:

$IM_2 = \sqrt{S_1M_2^2 - S_1I^2} = \sqrt{8,8^2 - 4^2} = 7,84(cm)$

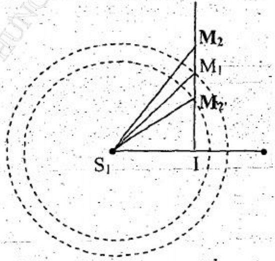
$IM_{2'} = \sqrt{S_1M_2'^2 - S_1I^2} = \sqrt{7,2^2 - 4^2} = 5,99(cm)$

$IM_1 = S_1I\sqrt{3} = 4\sqrt{3} = 6,93(cm)$

Suy ra: $M_1M_2 = 7,84 - 6,93 = 0,91$ (cm)

$M_1M_{2'} = 6,93 - 5,99 = 0,94$ (cm)

Như vậy điểm M_2 gần M_1 hơn, và cách M_1 một đoạn 0,91 (cm)



c) Ban đầu ta đã có: $S_1S_2 = 8cm = 10\lambda = 20\frac{\lambda}{2}$ (chẵn của nửa bước sóng) (1)

Sau khi tăng khoảng cách, khi hệ sóng đã ổn định thì hai điểm S_1, S_2 là hai tiêu điểm của các hypecbol và ở rất gần chúng xem gần đúng là đứng yên. Mặt khác do trung điểm I của S_1S_2 luôn nằm trên vân giao thoa cực đại, vì vậy ở khoảng cách mới ta có: $S_1I = S_2I = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow S_1S_2 = 2S_1I = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (lẻ của nửa bước sóng) (2)

So sánh (2) với (1), ta chỉ cần tăng thêm $1.\frac{\lambda}{2}$ tức là $\frac{0,8}{2} = 0,4cm$

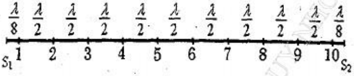
Và khi đó trên S_1S_2 có 21 điểm có biên độ cực đại.

Ví dụ 26: Trong một môi trường vật chất đàn hồi có hai nguồn S_1, S_2 cách nhau 9,5 cm phát dao động cùng phương, cùng tần số $f = 100$ Hz, cùng biên độ dao động và có pha lệch nhau không đổi theo thời gian. Khi đó tại vùng giữa S_1, S_2 người ta quan sát thấy xuất hiện 10 vân dao động cực đại và những vân này cắt đoạn S_1, S_2 thành 11 đoạn mà hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại. Tính bước sóng và vận tốc truyền sóng trong môi trường đó.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 QUY NHƠN 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách giữa hai điểm dao động cực đại liên tiếp trên S_1S_2 bằng nửa bước sóng.



+ Giữa 10 điểm dao động cực đại liên tiếp trên S_1S_2 có 9 khoảng $\frac{\lambda}{2}$.

+ Hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại, tức là bằng $\frac{1}{4}.\frac{\lambda}{2}=\frac{\lambda}{8}$.

Do đó $S_1S_2=9.\frac{\lambda}{2}+2.\frac{\lambda}{8} \Rightarrow \lambda=\frac{8S_1S_2}{38}=\frac{8.9,5}{38}=2\,(\text{cm})$

Lúc đó vận tốc truyền sóng: $v=\lambda f=200\,(\text{cm/s})=2\,(\text{m/s})$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên mặt nước hai nguồn sóng A, B cách nhau 3 cm dao động với phương trình $u_1 = u_2 = a\cos 100\pi t$. Một hệ vân giao thoa xuất hiện gồm một vân cực đại là trung trực của đoạn AB và 14 vân cực đại dạng hypecbol mỗi bên. Biết khoảng cách từ các nguồn đến cực đại gần nhất đo dọc theo đoạn thẳng AB đều là 0,1 cm. Tính tốc độ truyền pha dao động trên mặt nước.

A. 30 cm/s. **B.** 10 cm/s. **C.** 25 cm/s. **D.** 20 cm/s.

Bài toán 2: Trong một môi trường vật chất đàn hồi có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 3,6 cm, cùng tần số 50 Hz. Khi đó tại vùng giữa hai nguồn người ta quan sát thấy xuất hiện 5 dãy dao động cực đại và cắt đoạn AB thành 6 đoạn mà hai đoạn gần các nguồn chỉ dài bằng một phần tư các đoạn còn lại. Tìm tốc độ truyền sóng?

Bài toán 3: Hai nguồn phát sóng S_1, S_2 trên mặt chất lỏng dao động theo phương vuông góc với bề mặt chất lỏng với cùng tần số 50 Hz và cùng pha ban đầu, coi biên độ sóng không đổi. Trên đoạn thẳng S_1S_2, người ta thấy hai điểm cách nhau 9 cm dao động với biên độ cực đại. Cho tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng thuộc khoảng $1,5\text{ m/s} < v < 2,25\text{ m/s}$. Tìm tốc độ truyền sóng?

Bài toán 4: Hai nguồn phát sóng S_1, S_2 trên mặt chất lỏng dao động theo phương vuông góc với bề mặt chất lỏng với cùng tần số 50 Hz và cùng pha ban đầu, coi biên độ sóng không đổi. Trên đoạn thẳng S_1S_2, điểm M dao động cực đại cách một điểm N dao động cực tiểu là 9 cm. Cho tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng thuộc khoảng $1,8\text{ m/s} < v < 2,25\text{ m/s}$. Tìm tốc độ truyền sóng?

Ví dụ 27: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = 4\cos\pi t$ mm và $u_2 = 6\cos\pi t$ mm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực đại trên AB cách A gần nhất là

A. 0,7 cm. B. 0,5 cm. C. 0,4 cm. D. 0,2 cm.

A. 0,7 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 0,4 cm. **D.** 0,2 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì điểm cần xét thuộc AB nên $d_1 + d_2 = AB \Rightarrow d_2 = AB - d_1 = 5 - d_1$ (*)

+ Mặt khác, điểm cần xét là cực đại nên $d_1 - d_2 = k\lambda = k2 = 2k$ (**)

Từ (*) và (**) ta có: $d_1 = 2,5 + k$

Mà $d_1 > 0$ nên đ$_1$ chỉ đạt nhỏ nhất $d_1 = d_{1\min} = 0,5 \Leftrightarrow k = -2 \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = \cos\pi t$ cm và $u_2 = 0,1\cos\pi t$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AB cách A gần nhất là

A. 0,3 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 0,4 cm. **D.** 0,2 cm.

Bài toán 2: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = 4\cos\pi t$ mm và $u_2 = 3\cos\pi t$ mm. Gọi O là trung điểm của AB. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AO cách A xa nhất là

A. 0,3 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 2,0 cm. **D.** 0,2 cm.

Bài toán 3: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm có phương trình lần lượt là $u_1 = a\cos\pi t$ cm và $u_2 = b\cos(\pi t + \pi)$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực tiểu trên AB cách A gần nhất là

A. 0,7 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 0,6 cm. **D.** 0,2 cm.

Bài toán 4: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm có phương trình lần lượt là $u_1 = a\cos(\pi t - \pi/2)$ cm và $u_2 = b\cos(\pi t + \pi/2)$ cm. Coi biên độ không đổi khi sóng truyền đi và bước sóng 2 cm. Điểm cực đại trên AB cách A gần nhất là

A. 0,6 cm. **B.** 0,5 cm. **C.** 0,4 cm. **D.** 0,2 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 5: Hai nguồn A và B trên mặt nước dao động cùng pha, O là trung điểm AB dao động với biên độ 2 cm. Điểm M trên đoạn AB dao động với biên độ 1 cm. Biết bước sóng lan truyền là 1,5 cm. Giá trị OM nhỏ nhất là

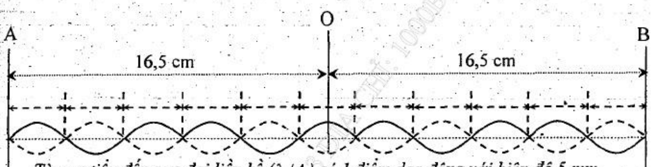
A. 0,25 cm. **B.** 1,5 cm. **C.** 0,125 cm. **D.** 0,185 cm.

Ví dụ 28: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 33 cm có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha, cùng biên độ 3 mm, phát sóng với bước sóng là 6 cm. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Hãy cho biết trên đoạn AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ bằng 5 mm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khoảng cách từ cực tiểu (biên độ bằng 0) đến cực đại (biên độ bằng 6) liền kề là $\frac{\lambda}{4} = \frac{6}{4} = 1,5\text{cm}$. Trong khoảng này có một điểm dao động với biên độ 5 mm.

+ Số đoạn $\frac{\lambda}{4}$ có trên AB là $\frac{AB}{\lambda/4} = \frac{33}{1,5} = 22$



Từ cực tiểu đến cực đại liền kề ($\lambda/4$) có 1 điểm dao động với biên độ 5 mm

Vậy số điểm dao động với biên độ 5 mm trên đoạn AB cũng là 22.

Bài tập vận dụng: Hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 24 cm là hai tâm dao động phát đồng thời 2 sóng, với phương trình dao động lần lượt là $u_1 = -u_2 = 3\cos 40\pi t$ cm, trong đó t đo bằng giây. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Sóng tạo ra là sóng ngang, lan truyền trong môi trường với tốc độ 1,2 m/s. Số điểm dao động với biên độ $3\sqrt{2}$ cm trên đoạn nối A và B là

A. 6. **B.** 8. **C.** 10. **D.** 16.

Ví dụ 29: Trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Khoảng cách giữa hai nguồn $S_1S_2 = 9\lambda$. Hỏi trên đoạn nối hai nguồn có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với các nguồn?

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Nếu chỉ quan tâm đến cực đại thì số cực đại giữa hai nguồn được tính qua số giá trị k nguyên thỏa mãn: $-\frac{S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow -9 < k < 9 \Rightarrow k = 0;\ \pm 1;\ ...;\ \pm 8$

$\Rightarrow$ Có tất cả 17 cực đại.

+ Cũng giống như sóng dừng trên dây, 2 bó sóng liền kề nhau sẽ dao động ngược pha nên ở bài toán này hai cực đại liền kề dao động ngược pha nhau.

+ Trung điểm I giữa hai nguồn là cực đại, nhưng cách các nguồn là 4,5λ nên dao động tại I ngược pha với các nguồn. Xung quanh I, mỗi bên còn 8 cực đại, trong 8 cực đại này có 4 cực đại dao động ngược pha và 4 cực đại dao động ngược pha so với I.

+ Từ đó suy ra, trong 17 cực đại thì chỉ có 8 cực đại cùng pha so với nguồn.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách AB = 8λ. Hỏi trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và ngược pha với các nguồn?

A. 7. **B.** 8. **C.** 9. **D.** 17.

Bài toán 2: Tại hai điểm A và B trên mặt nước có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha cùng biên độ, bước sóng λ. Coi biên độ không đổi khi truyền đi. Biết khoảng cách AB = 2,5λ. Trên khoảng AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại và trong số đó có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với các nguồn?

A. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 2 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

B. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại trong đó có 3 điểm dao động cùng pha với các nguồn.

C. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và cả 5 điểm đó đều dao động cùng pha với các nguồn.

D. Có 5 điểm dao động với biên độ cực đại và không có điểm nào động cùng pha với các nguồn.

Bài toán 3: Hai nguồn sóng kết hợp, cùng pha, dao động theo phương trình u = cos100πt cm. Hai nguồn cách nhau 0,9 m tốc độ truyền sóng 10 m/s. Trên đường nối có số điểm nhiều nhất dao động với biên độ 2 cm và cùng pha với nhau là

A. 4 điểm. **B.** 9 điểm. **C.** 3 điểm. **D.** 5 điểm.

Ví dụ 30: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động cùng pha. Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 thấy điểm M có $MS_1 - MS_2 = 27$ mm và điểm N có $NS_1 - NS_2 = 51$ mm nằm trên 2 vân giao thoa có cùng biên độ dao động. Biết rằng xen kẽ 2 vân này còn có 3 vân cùng loại. Hỏi vân giao thoa qua M là vân nào?

A. Vân cực đại bậc 4.
B. Vân cực tiểu thứ 3.
C. Vân cực tiểu thứ 4.
D. Vân cực đại bậc 6.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giữa hai vân qua M, N còn có 3 vân cùng loại nên số bậc giao thoa qua 2 điểm này chênh nhau 4. Suy ra hiệu số của hiệu 2 khoảng cách của chúng bằng 4λ, nên ta có $\lambda = \dfrac{51-27}{4} = 6$ mm $\Rightarrow \dfrac{\lambda}{2} = 3$ mm

+ Vân qua M có thể viết $MS_1 - MS_2 = 27 = 9.3 = 9.\dfrac{\lambda}{2} = (2.4+1)\dfrac{\lambda}{2}$

Do hiệu khoảng cách tới hai nguồn bằng số lẻ của nửa bước sóng nên vân giao thoa qua M là vân cực tiểu, vân này ứng với k = 4 ⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước dao động theo các phương trình $\begin{cases} u_1 = a_1 \sin\left(90\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)(\text{cm}) \\ u_2 = a_2 \sin\left(90\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm}) \end{cases}$, tạo ra một hệ thống vân giao thoa. Quan sát cho thấy, vân bậc k đi qua điểm *P* có hiệu số $PS_1 - PS_2 = 13,5\,(\text{cm})$. và vân bậc $k+2$ đi qua điểm P' có hiệu số $P'S_1 - P'S_2 = 21,5\,(\text{cm})$. Tìm bước sóng và vận tốc truyền sóng trên mặt nước. Các vân nói trên là vân cực đại hay cực tiểu?

Bài toán 2: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau 50mm trên mặt thoáng thuỷ ngân dao động giống nhau $x = a.\cos60\pi t$ (mm). Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 thấy vân bậc k đi qua điểm M có $MS_1 - MS_2 = 12$ mm và vân bậc (k + 3) đi qua điểm M' có hiệu số $M'S_1 - M'S_2 = 36$ mm. Tìm bước sóng, vân bậc k là cực đại hay cực tiểu?

A. 8 mm, cực tiểu.
B. 8 mm, cực đại.
C. 24 mm, cực tiểu.
D. 24 mm, cực đại.

Bài toán 3: Hai nguồn S_1, S_2 dao động theo các phương trình $u_1 = a\cos 200\pi t$ (mm); $u_2 = -a\cos 200\pi t$ (mm) trên mặt thoáng của thủy ngân. Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 ta thấy vân bậc k đi qua điểm M có hiệu số $MS_1 - MS_2 = 12$ (mm) và vân bậc $k+3$ (cùng loại với vân k) đi qua điểm M' có $M'S_1 - M'S_2 = 36$ (mm). Tìm vận tốc truyền sóng trên mặt thuỷ ngân, các vân là cực đại hay cực tiểu?

A. 25cm/s, cực tiểu. **B.** 80 cm/s, cực tiểu.

C. 25cm/s, cực đại. **D.** 80cm/s, cực đại.

Ví dụ 31: Xét hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi nhẹ AB. Đầu A dao động theo phương vuông góc sợi dây với biên độ a. Khi đầu B cố định, sóng phản xạ tại B

A. cùng pha với sóng tới tại B. **B.** ngược pha với sóng tới tại B.

C. vuông pha với sóng tới tại B. **D.** lệch pha $\frac{\pi}{3}$ với sóng tới tại B.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi đầu B cố định, B là nút, sóng tới và sóng phản xạ ngược pha ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 32: Trong hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây mà hai đầu giữ cố định, bước sóng bằng

A. một nửa độ dài của sợi dây.

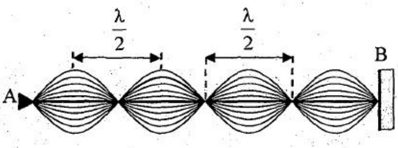
B. độ dài của sợi dây.

C. khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

D. hai lần khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

Hướng dẫn:

Khi có sóng dừng trên dây, khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp hoặc khoảng cách giữa hai nút liên tiếp (cũng là chiều dài một múi sóng) bằng nửa bước sóng ⇒ *Đáp án D.*



Ví dụ 33: Một sợi dây dài 1m, hai đầu cố định và rung với bốn múi. Bước sóng là

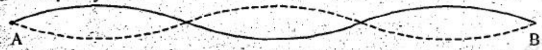
A. 2 m. **B.** 1 m. **C.** 0,5 m. **D.** 0,25 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Điều kiện xảy ra sóng dừng cho ta $l = n.\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \dfrac{2l}{n}$

Với 4 múi sóng ta có n = 4, lúc đó $\lambda = \dfrac{2l}{n} = \dfrac{2l}{4} = 0{,}5$ m ⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Trên sợi dây AB có hiện tượng sóng dừng như hình vẽ. Tốc độ truyền sóng trên sợi dây là v = 6 m/s, tần số dao động của sợi dây là 20 Hz. Chiều dài của sợi dây là



A. 75 cm. **B.** 55 cm. **C.** 65 cm. **D.** 45 cm.

Ví dụ 34: Sóng dừng trên dây AB có chiều dài 32 cm với đầu B cố định. Tần số dao động của dây là 50 Hz, vận tốc truyền sóng trên dây là 4 m/s. Trên dây có

A. 5 nút, 4 bụng. **B.** 4 nút, 4 bụng. **C.** 8 nút, 8 bụng. **D.** 9 nút, 8 bụng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng $\lambda = vT = \dfrac{v}{f} = \dfrac{4}{50} = 0{,}08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$

Điều kiện sóng dừng với đầu B cố định cho ta $l = n\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow$ số múi sóng là $n = \dfrac{2l}{\lambda}$

Thay số ta được $n = \dfrac{2.32}{8} = 8 \Rightarrow$ số bụng sóng là 8 và số nút là 9 ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: *(Trích đề thi TS ĐH năm 2010)* Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Kể cả A và B, trên dây có

A. 3 nút và 2 bụng. **B.** 7 nút và 6 bụng.

C. 9 nút và 8 bụng. **D.** 5 nút và 4 bụng.

Bài toán 2: Một sợi dây dài 90cm được thả lỏng, đầu trên cho dao động với tần số f=100Hz, thấy xuất hiện 4 bó sóng nguyên. Tìm tốc độ truyền sóng trên dây?

Ví dụ 35: Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy ngoài hai đầu dây cố định còn có hai điểm khác trên dây không dao động. Biết khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,05s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 12 m/s. **B.** 8 m/s. **C.** 4 m/s. **D.** 16 cm/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2008)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo đề ra, có tất cả 4 nút, vì vậy trên sợi dây xuất hiện sóng dừng với 3 bó sóng, lúc đó ta có $l = 3\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \dfrac{2l}{3} = \dfrac{2.1,2}{3} = 0,8(\text{m})$

+ Thời gian giữa 2 lần sợi dây duỗi thẳng là nửa chu kì dao động nên chu kì sóng $T = 2t = 2.0,05 = 0,1(\text{s})$.

$\Rightarrow$ Tốc độ truyền sóng $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{0,8}{0,1} = 8(\text{m/s}) \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một sợi dây chiều dài ℓ căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây đang có sóng dừng với n bụng sóng, tốc độ truyền sóng trên dây là v. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là

A. $\dfrac{v}{n\ell}$. **B.** $\dfrac{nv}{\ell}$. **C.** $\dfrac{\ell}{2nv}$. **D.** $\dfrac{\ell}{nv}$.

Ví dụ 36: Một dây đàn có chiều dài $l = 80$ cm, khi gảy phát ra âm cơ bản tương ứng có tần số f. Muốn cho dây đàn này phát ra âm cơ bản f' = 1,2 f thì phải bấm phím cho dây ngắn lại còn chiều dài l' bằng

A. 66,7 cm. **B.** 33,3 cm. **C.** 44,4 cm. **D.** 55,5 cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Âm cơ bản do dây phát ra ứng với trường hợp trên dây chỉ có 1 bụng. Theo điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút ta có $l = \dfrac{\lambda}{2} = \dfrac{v}{2f}$ (1)

Tương tự, để có tần số f' thì $l' = \dfrac{\lambda'}{2} = \dfrac{v}{2f'}$ (2)

Từ (1) và (2) thu được $l' = \dfrac{f}{f'}.l = \dfrac{f}{1,2f}.80 = 66,7\text{ cm} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 37: Người ta tạo sóng dừng trên một sợi dây căng ngang giữa hai điểm cố định. Sóng dừng được tạo ra trên dây lần lượt với hai tần số gần nhau nhất 200 Hz và 300 Hz. Tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là

A. 50 Hz. **B.** 100 Hz. **C.** 150 Hz. **D.** 200 Hz.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút $l = n\dfrac{\lambda}{2} = n\dfrac{v}{2f} \Rightarrow l = \dfrac{n}{f}.\dfrac{v}{2}$. Do l và v không đổi nên buộc $\dfrac{n}{f} = \text{const}$. Khi số bó sóng n ít nhất (tức n = 1) thì tần số f lúc đó sẽ nhỏ nhất. Vậy ta có $f_{\min} = \dfrac{v}{2l}$ (1).

Theo đề ra, hai tần số gần nhau nhất là 200 Hz và 300 Hz sẽ ứng với số bó sóng liên tiếp là k và (k+1) nên ta có $l = k\frac{v}{2.200}$ và $l = (k+1)\frac{v}{2.300}$. Từ hai phương trình này sẽ thu được k = 2 và $l = \frac{v}{200}$ (2)

+ Thay (2) vào (1) ta được $f_{min} = 100$ Hz $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Chú ý: *Đây là dạng bài toán đặc biệt, có 2 tần số liên tiếp mà tỉ số tần số của chúng là 2 số nguyên liên tiếp* $\frac{f_1}{f_2} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$ *thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là* $f_{min} = |f_1 - f_2| = |200 - 300| = 100\text{Hz}$.

Một bài toán tương tự khác: Sóng dừng được tạo ra trên dây giữa hai điểm cố định lần lượt với hai tần số gần nhau là 45 Hz và 54 Hz. Tìm tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn có thể tạo ra sóng dừng trên dây?

Hướng dẫn giải: Dễ thấy $\frac{f_1}{f_2} = \frac{45}{54} = \frac{5}{6} \Rightarrow f_{min} = 54 - 45 = 9\text{Hz}$

Chú ý: *Với trường hợp một đầu là nút, một đầu là bụng. Có 2 tần số liên tiếp mà tỉ số tần số của chúng là 2* ***số nguyên lẻ liên tiếp*** $\frac{f_1}{f_2} = \frac{2n+1}{2n+3}$ *thì tần số nhỏ nhất vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là* $f_{min} = \frac{|f_1 - f_2|}{2}$.

Chẳng hạn: Một sợi dây có đầu trên nối với nguồn dao động, đầu dưới thả lỏng. Sóng dừng được tạo ra trên dây lần lượt với hai tần số gần nhau nhất 200 Hz và 280 Hz. Tần số kích thích nhỏ nhất mà vẫn tạo ra sóng dừng trên dây là

A. 80 Hz. **B.** 40 Hz. **C.** 240 Hz. **D.** 20 Hz.

Giải: Dễ thấy $\frac{f_1}{f_2} = \frac{200}{280} = \frac{5}{7} \Rightarrow f_{min} = \frac{280 - 200}{2} = 40\text{Hz} \Rightarrow$ *Chọn B.*

Ví dụ 38: Cho sợi dây AB chiều dài L, đầu A được nối với nguồn dao động (được xem gần đúng là nút khi tạo sóng dừng). Khi thay đổi tần số dao động của nguồn, thấy rằng tần số nhỏ nhất để tạo ra sóng dừng là 50 Hz, tần số liền kề để vẫn tạo ra sóng dừng là 150 Hz. Chọn câu đúng

A. Đầu B cố định

B. Đề bài đưa ra không thể xảy ra

C. Đầu B tự do.

D. Đề bài chưa đủ dữ kiện để kết luận.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Giả sử điểm B là cố định, khi đó điều kiện để có sóng dừng cho 2 đầu là nút $L = n\dfrac{\lambda}{2} = n\dfrac{v}{2f} \Rightarrow f = n.\dfrac{v}{2L} \Rightarrow f \sim n$. Vì là nhỏ nhất và liền kề nên $n = 1$ và $n = 2$ suy ra tần số sau phải gấp tần số trước 2 lần, trong khi đó theo đề bài, hai tần số này lại hơn kém nhau 3 lần ⇒ giả sử B cố định là sai.

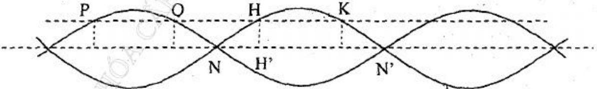
+ Giả sử điểm B là bụng sóng, khi đó điều kiện để có sóng dừng cho 1 đầu nút và 1 đầu bụng là $L = (2n-1)\dfrac{\lambda}{4} = (2n-1)\dfrac{v}{4f} \Rightarrow f = (2n-1)\dfrac{v}{4L} \Rightarrow f \sim (2n-1)$. Vì là nhỏ nhất và liền kề nên $n = 1$ và $n = 2$ suy ra hai tần số phải gấp 3 lần nhau, theo đề bài, hai tần số này thỏa mãn điều kiện trên ⇒ đầu B tự do ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 39: Một sóng dừng trên sợi dây căng ngang với hai đầu cố định, bụng sóng dao động với biên độ bằng 2a. Người ta quan sát thấy những điểm có cùng biên độ ở gần nhau cách đều nhau 12 cm. Bước sóng và biên độ dao động của những điểm cùng biên độ nói trên là

A. 48 cm và $a\sqrt{2}$.
B. 24 cm và $a\sqrt{3}$.
C. 24 cm và a.
D. 48 cm và $a\sqrt{3}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Theo hình vẽ, các điểm P, Q, H, K có cùng biên độ dao động và cách đều nhau PQ = QH = HK = 12 cm



Mặt khác, theo tính chất của sóng dừng trên dây, ta có $PH = \dfrac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow \lambda = 2.PH = 2(PQ + QH) = 2(12 + 12) = 48 \text{ cm}$$

+ Từ công thức tính biên độ sóng dừng $A = 2a\left|\cos\left(2\pi\dfrac{d}{\lambda} + \dfrac{\pi}{2}\right)\right|$

– Tại nút thì biên độ bằng $0 \Rightarrow d = k\dfrac{\lambda}{2}$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

– Điểm H' cách nút N một khoảng $NH' = \frac{QH}{2} = \frac{\lambda/4}{2} = \frac{\lambda}{8}$

Vậy tại H' có $d = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{8}$, thay giá trị này vào biểu thức tính biên độ ta được

$$A = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{k\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{8}}{\lambda}+\frac{\pi}{2}\right)\right| = 2a\left|\cos\left(k\pi+\frac{3\pi}{4}\right)\right| = 2a\frac{\sqrt{2}}{2} = a\sqrt{2} \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Sóng dừng trên một sợi dây có biên độ ở bụng là 5cm. Giữa hai điểm M, N có biên độ 2,5cm cách nhau 20cm các điểm luôn dao động với biên độ nhỏ hơn 2,5cm. Tìm bước sóng?

Bài toán 2: Sóng dừng trên dây có dạng u = asinkxcosωt (cm), (a > 0). Biết rằng những điểm trên sợi dây có biên độ dao động $a_1 = 3{,}5$cm ($a_1 < a$) nằm cách đều nhau một khoảng là 15cm. Biên độ dao động của các điểm bụng sóng bằng

A. 7cm. **B.** $3{,}5\sqrt{2}cm$ **C.** $3{,}5\sqrt{5}cm$. **D.** $3{,}5\sqrt{3}cm$.

Ví dụ 40: Một sợi dây đàn hồi AB có chiều dài $\ell = 60$cm và hai đầu cố định. Khi được kích thích dao động, trên dây hình thành sóng dừng với 4 bó sóng và biên độ tại bụng sóng là 2cm. Tính biên độ dao động tại một điểm M cách nguồn phát sóng tới tại A một khoảng là 50cm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

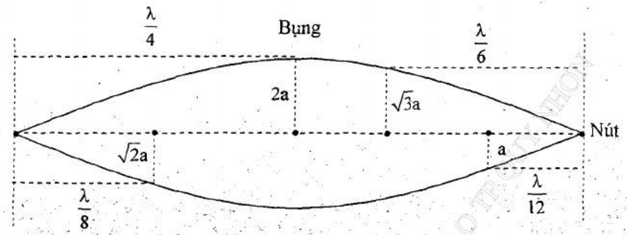
+ Ta có: $\ell = 4.\frac{\lambda}{2} = 60\text{cm} \Rightarrow \lambda = 30\text{cm}$

+ Vì M cách nguồn A 50cm nên M cách điểm phản xạ B là $d = 60 - 50 = 10\text{cm}$

Nên biên độ $A = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2}\right)\right| = 2\left|\cos\left(2\pi\frac{10}{30}+\frac{\pi}{2}\right)\right| = \sqrt{3}\text{cm}$

Bài tập vận dụng: Một sợi dây đàn hồi AB có chiều dài $\ell = 60$cm hai đầu dây cố định. Khi được kích thích dao động, trên dây hình thành sóng dừng với 4 bó sóng và biên độ tại bụng sóng là 4cm. Tại M gần nguồn phát sóng tới tại A nhất có biên độ dao động là $2\sqrt{3}$cm. Tính đoạn MA? Và để làm được, ta cần chú ý sau:

✍ ***Chú ý quan trọng:*** Từ công thức $A = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2}\right)\right|$ ta có thể nêu mối liên hệ giữa vị trí và biên độ của một số điểm đặc biệt theo hình vẽ sau:


$\frac{\lambda}{4}$
Bụng
$\frac{\lambda}{6}$
2a
$\sqrt{3}$a
Nút
$\sqrt{2}$a
a
$\frac{\lambda}{8}$
$\frac{\lambda}{12}$

Điều ấy có nghĩa là: nếu $d = \frac{\lambda}{8}$ thì ở đó dao động với biên độ $\sqrt{2}a$ và ngược lại.

Chúng ta nên nhớ các trường hợp đặc biệt trên để giải các bài toán xuôi ngược cho nhanh.

Tương tự: Một sợi dây đàn hồi OM = 90cm được căng nằm ngang. Khi M được kích thích trên dây hình thành 3 bó sóng, biên độ tại bụng là 3cm. Tại N gần O nhất có biên độ dao động là 1,5cm. Hãy tính ON? ĐS: *5cm.*

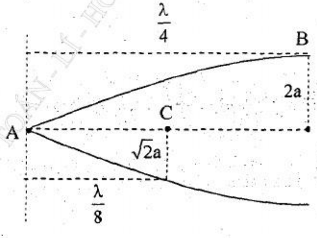
Ví dụ 41: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, C là trung điểm của AB, với AB = 10 cm. Biết khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

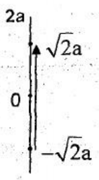
A. 2 m/s. **B.** 0,5 m/s. **C.** 1 m/s. **D.** 0,25 m/s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $AB = 10 = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 40cm$

Gọi biên độ của bụng B là 2a. Vì C là trung điểm của AB nên cách nút A một đoạn $\frac{AB}{2} = \frac{\lambda}{8}$ nên C dao động với biên độ $\sqrt{2}a$


$\frac{\lambda}{4}$
B
2a
C
A
$\sqrt{2}$a
$\frac{\lambda}{8}$


2a
$\sqrt{2}$a
0
$-\sqrt{2}$a

Ta có $0,2 = 2.\frac{T}{8} \Rightarrow T = 0,8s \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 50cm/s = 0,5m/s \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 42: Một sóng dừng trên một sợi dây có dạng:

$u = 2\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(cm)$ với x đo bằng centimet, t đo bằng giây.

a) Tính vận tốc truyền sóng dọc theo sợi dây?

b) Xác định những vị trí trên dây có biên độ dao động bằng 1 cm?

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Từ biểu thức $u = 2\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(cm) \Rightarrow$ biên độ $A = 2\left|\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)\right|$

Tại những điểm là nút thì $A = 0$ nên $2\left|\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)\right| = 0 \Rightarrow \frac{\pi}{4}x = k\pi \Rightarrow x_k = 4k$

Vì khoảng cách giữa 2 nút liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$ nên: $\frac{\lambda}{2} = x_{k+1} - x_k = 4(k+1) - 4k = 4$

$\Rightarrow \lambda = 8$ cm. Lại có $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10$ Hz. Vậy $v = \lambda.f = 8.10 = 80(cm/s)$

b) Những điểm có biên độ 1 cm thỏa mãn phương trình $2\left|\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)\right| = 1$

$\Rightarrow \sin\left(\frac{\pi}{4}x\right) = \pm\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{4}x = \pm\frac{\pi}{6} + k\pi \Rightarrow x_k = \pm\frac{2}{3} + 4k$. Với k là những số nguyên sao cho $x_k > 0$ và nhỏ hơn chiều dài sợi dây.

Bài tập vận dụng: Một sóng dừng có dạng $u = 0,5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\cos\left(\frac{\pi x}{3}\right)$ trên một sợi dây. Trong đó u là li độ tại thời điểm t của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc O một khoảng x (cm). Tìm tốc độ truyền sóng trên dây?

Ví dụ 43: Một nam điện có dòng điện xoay chiều tần số 50Hz đi qua. Đặt nam châm điện phía trên một dây thép AB căng ngang với hai đầu cố định, chiều dài sợi dây 60cm. Ta thấy trên dây có sóng dừng với 2 bó sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 60 m/s. **B.** 60 cm/s. **C.** 6 m/s. **D.** 6 cm/s.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

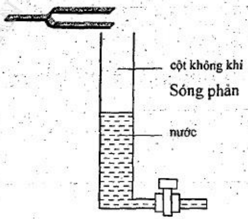
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua, nam châm điện sẽ tác dụng lên dây một lực tuần hoàn làm dây dao động cưỡng bức. Trong một chu kì, dòng điện đổi chiều 2 lần nên nó hút dây 2 lần, vì vậy tần số dao động của dây bằng 2 lần tần số của dòng điện $f' = 2.f = 2.50 = 100$ Hz

+ Vì có 2 bó sóng và hai đầu là nút nên $l = 2\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = l = 60\text{cm}$

Vậy $v = \lambda.f = 60.100 = 6000\text{cm/s} = 60\text{m/s} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 44: Trong hình dưới đây mô tả một thí nghiệm tạo ra sóng dừng trong một cột khí. Một âm thoa được đặt phía trên miệng ống, cho âm thoa dao động với tần số 440 Hz. Chiều dài của cột khí trong ống có thể thay đổi bằng cách thay đổi mực nước trong ống nhờ một khoá nước. Ống được đổ đầy nước, sau đó cho nước chảy ra khỏi ống. Hai lần cộng hưởng gần nhau nhất xảy ra khi chiều dài của cột khí là 0,16 m và 0,51 m. Tốc độ truyền âm trong không khí bằng



A. 308 m/s. **B.** 358 m/s. **C.** 338 m/s. **D.** 328 m/s.

Hướng dẫn:

+ Khi âm thoa dao động phát ra sóng âm truyền trong cột không khí. Sóng âm truyền đến mặt nước thì bị phản xạ ngược trở lại. Khi đó xảy ra hiện tượng sóng dừng ở cột không khí giống như sóng dừng của sợi dây có một đầu cố định và một đầu tự do.

+ Hai vị trí gần nhau nhất xảy ra hiện tượng cộng hưởng sẽ cách nhau một đoạn bằng $\frac{\lambda}{2}$ nên: $\lambda = 2(l_1 - l_2) = 2(0,51 - 0,16) = 0,7 \text{ m} \Rightarrow v = \lambda.f = 308 \text{ m/s} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Điều kiện để hai sóng cơ khi gặp nhau, giao thoa được với nhau là hai sóng phải xuất phát từ hai nguồn dao động

A. cùng biên độ và có hiệu số pha không đổi theo thời gian

B. cùng tần số, cùng phương

C. có cùng pha ban đầu và cùng biên độ

D. cùng tần số, cùng phương và có hiệu số pha không đổi theo thời gian

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Câu 2: Hai nguồn O_1 và O_2 gây ra hai sóng dao động vuông góc với mặt phẳng chất lỏng có phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos\omega t$. Bước sóng $\lambda = 0,8$ cm. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách hai nguồn những đoạn $d_1 = 7$ cm và $d_2 = 8$cm. So sánh pha dao động của M với 2 nguồn

A. trễ pha $\frac{\pi}{4}$. **B.** trễ pha $\frac{3\pi}{4}$. **C.** nhanh pha $\frac{\pi}{4}$. **D.** nhanh pha $\frac{3\pi}{4}$.

Câu 3: Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 60 m/s. **B.** 10 m/s. **C.** 20 m/s. **D.** 600 m/s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Câu 4: Một ống sáo có chiều dài 0,6 m được đóng kín ở một đầu. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 300 m/s. Hai tần số âm thấp nhất mà ống sáo phát ra là

A. 150 Hz và 450 Hz. **B.** 250 Hz và 725 Hz.

C. 125 Hz và 375 Hz. **D.** 250 Hz và 750 Hz.

Câu 5: Điều nào sau đây **không** đúng khi nói về sóng dừng

A. Sóng có các nút và bụng xen kẽ nhau, các nút cách nhau những khoảng cách đều đặn.

B. Có các phần tử môi trường ở hai bên một nút dao động ngược pha nhau.

C. Các điểm nằm giữa hai nút liên tiếp dao dộng cùng pha nhau.

D. Hình ảnh sóng dừng lặp lại sau mỗi nửa chu kì sóng.

Câu 6: Một dây đàn có chiều dài L được giữ cố định ở hai đầu. Hỏi âm do dây phát ra có bước sóng dài nhất bằng bao nhiêu?

A. $\frac{L}{4}$. **B.** $\frac{L}{2}$. **C.** L. **D.** 2L.

Câu 7: Một sợi dây có chiều dài 1 m hai đầu cố định. Kích thích cho sợi dây dao động với tần số f thì trên dây xuất hiện sóng dừng. Biết tần số chỉ có thể thay đổi trong khoảng từ 300 Hz đến 450 Hz. Vận tốc truyền dao động là 320 m/s. Tần số f có giá trị bằng

A. 320 Hz. **B.** 300 Hz. **C.** 400 Hz. **D.** 420 Hz.

Câu 8: Buộc một đầu sợi dây đàn hồi mềm dài 4,0 m vào một bức tường, cho đầu còn lại dao động với tần số 5,0 Hz thì thấy trên sợi dây có một sóng dừng ổn định hai đầu sợi dây là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng. Cắt sợi dây thành hai phần có độ dài bằng nhau, để có được sóng dừng có một bụng và hai nút là ở hai đầu trên mỗi phần của sợi dây ta phải cho đầu tự do của mỗi phần dao động với tần số

A. 2,5 Hz. **B.** 5,0 Hz. **C.** 10 Hz. **D.** 20 Hz.

Câu 9: Để tạo sóng dừng có một múi (hai đầu là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng) trên một sợi dây đàn hồi mềm ta phải buộc chặt một đầu sợi dây này và cho đầu tự do dao động với tần số 10 Hz. Cắt sợi dây này thành hai phần có chiều dài không bằng nhau, để tạo sóng dừng một múi trên phần thứ nhất ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 15 Hz. Để tạo sóng dừng một múi trên phần thứ hai ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số

A. 5,0 Hz. **B.** 30 Hz. **C.** 25 Hz. **D.** 13 Hz.

Câu 10: Để có sóng dừng một múi (hai đầu là hai nút sóng, ở giữa có một bụng sóng) trên một sợi dây đàn hồi mềm chiều dài l_1 một đầu gắn chặt ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 20 Hz. Thay sợi dây trên bằng sợi dây có chiều dài l_2 thì phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số 30 Hz thì mới quan sát được sóng dừng một múi. Để có sóng dừng một múi trên sợi dây có chiều dài $l_1 + l_2$ ta phải cho đầu tự do của nó dao động với tần số

A. 50 Hz. **B.** 25 Hz. **C.** 22 Hz. **D.** 12 Hz.

Câu 11: Một sợi dây AB dài 20cm, hai đầu cố định. Khi xảy ra hiện tượng sóng dừng các điểm trên dây dao động với $u = 0,5\sin(0,5\pi x)\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)\text{cm}$, trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Tính số bụng và nút sóng trên đoạn dây (kể cả A, B)?

Câu 12: Dây AB dài 90 cm đầu A cố định và đầu B tự do. Khi tần số f = 10 Hz thì trên dây có 8 nút sóng dừng.

a) Tính tốc độ truyền sóng trên dây. Tính khoảng cách từ A đến nút thứ 7.

b) Nếu B cố định và tốc độ truyền sóng không đổi mà muốn có sóng dừng thì phải thay đổi f một lượng nhỏ nhất bao nhiêu?

Câu 13: Sóng dừng trên dây thép dài 1,2 m hai đầu P, Q cố định, được kích thích bởi nam châm điện. Nút A cách bụng B liền kề là 10 cm. Gọi I là trung điểm của AB, thấy rằng khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp I và B có cùng li độ là 0,01 s.

a) Tính tần số dao động, tần số của dòng điện và tốc độ truyền sóng trên dây.

b) Điểm C trên dây cách A và B lần lượt là 0,625 m và 0,525 m. Tính số nút, số bụng trên từng đoạn PQ, AC và BC.

Câu 14: Trên sợi dây dài 0,9 m với hai đầu A, B cố định có sóng dừng

$$u = 2a\sin(bx)\cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$$

1) Thấy rằng, nếu f tăng thêm 3 Hz thì số nút trên dây tăng thêm 18 nút. Hãy tính tốc độ truyền sóng.

2) Biết khoảng thời gian hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,1 s và tại điểm cách nút 1 cm có biên độ sóng 2 cm. Tính a.

3) Thí nghiệm cũng cho thấy những điểm trên dây có cùng biên độ A_0 (với $A_0 < A_{bụng}$) thì nằm cách đều nhau một khoảng Δx. Hãy tính các giá trị A_0, Δx và tìm số điểm trên dây có biên độ bằng $0{,}5\,A_0$.

4) Tìm điểm gần nút nhất và điểm gần bụng nhất có biên độ dao động 2 cm.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 3 DIACHI 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 8: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Sự đúng – sai trong các tính chất của đoạn mạch xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp.

Biểu thức đúng	Biểu thức sai
Tức thời $i = i_R = i_L = i_C$	$i = i_R + i_L + i_C$
Hiệu dụng $I = I_R = I_L = I_C$	
Cực đại $I_0 = I_{0R} = I_{0L} = I_{0C}$	
Tức thời $u = u_R + u_L + u_C$	$u = u_R = u_L = u_C$
Hiệu dụng $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$	$U = U_R + U_L + U_C$
Vectơ $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$	
$i = \dfrac{u_R}{R}$; $I_{0R} = \dfrac{U_{0R}}{R}$; $I_{0L} = \dfrac{U_{0L}}{Z_L}$; $I_{0C} = \dfrac{U_{0C}}{Z_C}$; $I_0 = \dfrac{U_0}{Z}$; $I = \dfrac{U}{Z}$ $-\dfrac{\pi}{2} \le \varphi \le \dfrac{\pi}{2}$	$U < U_R$ $i = \dfrac{u_L}{Z_L}$; $i = \dfrac{u_C}{Z_C}$ $-\pi \le \varphi \le \pi$

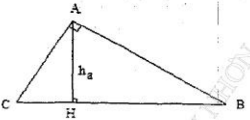
2. Phương pháp giản đồ vectơ : Khi gặp bài toán liên quan đến sự lệch pha giữa các điện áp, để giải bài toán được dễ dàng, ta nên dùng phương pháp giản đồ vectơ. Và tùy vào từng bài cụ thể, có thể vẽ các vectơ điện áp nối tiếp nhau dựa theo thứ tự của từng mạch điện hoặc vẽ chung gốc. Muốn có mối liên hệ của đại lượng cần tìm và đại lượng đã cho, thường dùng một số liên hệ sau:

- Nếu là tam giác thường:

Định lí hàm số cosin: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc.\cos A$

Định lí hàm số sin: $\dfrac{a}{\sin A} = \dfrac{b}{\sin B} = \dfrac{c}{\sin C}$

• Nếu là tam giác vuông: Ngoài các hàm sin, cos, tan, cotg, Pitago thông thường còn có:



$$\frac{1}{h_a^2}=\frac{1}{AC^2}+\frac{1}{AB^2} \qquad AC^2=CH.CB$$

$$AH^2=HC.HB \qquad AC.AB=AH.CB$$

3. Chỉ cần một công thức $i=\frac{\overline{u}}{\overline{Z}}$ và một máy tính cầm tay Casio fx 570 – ES là có thể giải quyết một số bài toán điện xoay chiều một cách nhanh chóng. Cách sử dụng và cách bấm máy được trình bày trong cuốn: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch có biểu thức $i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$ (A). Ở thời điểm $t=\frac{1}{50}$ s, cường độ dòng điện tức thời trong mạch có giá trị

A. cực đại. **B.** $2\sqrt{2}$ A và đang giảm.

C. $2\sqrt{2}$ A và đang tăng. **D.** cực tiểu.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Về mặt hình thức, bài toán này giống như bài toán của dao động điều hòa trong phần dao động cơ học, vì vậy phương pháp giải cũng hoàn toàn tương tự.

Thay $t=\frac{1}{50}$ s vào biểu thức có:

$$i=4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)=4\sqrt{2}\cos\left(2\pi+\frac{\pi}{3}\right)=4\sqrt{2}\cos\frac{\pi}{3}=2\sqrt{2}\ \text{(A)}$$

Ngay sau thời điểm này, pha sẽ lớn hơn $\left(2\pi+\frac{\pi}{3}\right)\Rightarrow$ i giảm ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Dòng điện xoay chiều có tần số 50 Hz. Trong 1 s nó đổi chiều bao nhiêu lần?

A. 25 lần. **B.** 50 lần. **C.** 100 lần. **D.** 200 lần.

Bài toán 2: Hiệu điện thế hai đầu một đoạn mạch $u = 310.\sin 100\pi t$ (V). Tại thời điểm nào gần nhất sau đó hiệu điện thế có giá trị 155 V?

A. $\frac{1}{600}$ s. **B.** $\frac{1}{300}$ s. **C.** $\frac{1}{150}$ s. **D.** $\frac{1}{60}$ s.

Bài toán 3: Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch là $u = 220\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(V), t tính bằng s. Kể từ thời điểm t = 0, thời điểm đầu tiên điện áp tức thời có độ lớn bằng giá trị hiệu dụng và đang giảm là

A. $\frac{1}{400}(s)$. **B.** $\frac{2}{300}(s)$ **C.** $\frac{1}{600}(s)$ **D.** $\frac{3}{400}(s)$.

Bài toán 4: Tại thời điểm t, điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}$V và đang giảm. Sau thời điểm đó $\frac{1}{300}$s, điện áp này có giá trị là

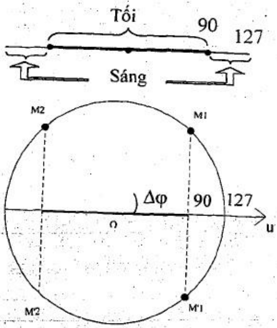
A. –100V. **B.** $100\sqrt{3}$V. **C.** $-100\sqrt{2}$V. **D.** 200 V.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 2: Một đèn ống huỳnh quang được đặt dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá cực đại 127V và tần số 50 Hz. Biết đèn chỉ sáng lên khi hiệu điện thế tức thời đặt vào đèn $|u| \geq 90$ V. Tính trung bình thời gian đèn sáng trong mỗi phút là

A. 30 s. **B.** 40 s. **C.** 20 s. **D.** 1 s.

Phân tích và hướng dẫn giải:



+ Theo hình vẽ:

$$\cos\Delta\varphi = \frac{90}{127} = \frac{90}{90\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$$

+ Khoảng thời gian đèn sáng trong một nửa chu kì chính là thời gian để u tăng từ 90V lên đến 127V rồi quay về 90V. Tương tự bài toán tìm thời gian trong dao động điều hòa ở phần cơ học, ta thấy cung M'_1M_1 chắn góc ở tâm $\alpha = 2.\Delta\varphi = 2\frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$ nên khoảng thời gian này bằng $t_{\frac{1}{2}T} = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi.50} = \frac{1}{200}$s

Khoảng thời gian đèn sáng trong cả chu kì T là $t = 2t_{\frac{1}{2}T} = 2.\frac{1}{200} = \frac{1}{100}$s (1)

+ Tần số dòng điện là 50Hz nên trong 1 giây có 50 chu kì

⇒ Trong 1 phút có tất cả 60.50 = 3000 chu kì. (2)

+ Từ (1) và (2) ⇒ Thời gian đèn sáng trong 1 phút là: $3000.\frac{1}{100} = 30$s

⇒ *Đáp án A.*

Lưu ý: Để giải bài toán trên nhanh hơn, có thể tham khảo sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đèn làm việc dưới hiệu điện thế xoay chiều $u = 220\sqrt{2}\sin 120\pi t$ (V). Tuy nhiên đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế đặt vào đèn có $|u| \geq 155$ V. Hỏi trung bình trong 1 giây có bao nhiêu lần đèn sáng?

A. 30. **B.** 60. **C.** 100. **D.** 120.

Bài toán 2: Một đèn ống huỳnh quang được đặt dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá hiệu dụng 220 V và tần số 50 Hz. Biết đèn chỉ sáng lên khi hiệu điện thế tức thời đặt vào đèn $|u| \geq 110\sqrt{2}$ V. Tính trung bình, thời gian đèn sáng trong mỗi phút là

A. 30 s. **B.** 40 s. **C.** 20 s. **D.** 10 s.

Bài toán 3: Người ta đặt vào hai đầu một đèn huỳnh quang một hiệu điện thế 200V, 50Hz. Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế tức thời hai đầu dây tóc là $100\sqrt{2}$ V. Tỉ số giữa thời gian đèn sáng và thời gian đèn tối là

A. 1. **B.** 0,5. **C.** 2. **D.** 3.

Bài toán 4: Một bóng đèn ống được mắc vào mạng điện xoay chiều tần số f = 50 Hz. Biết rằng đèn chỉ sáng khi điện áp giữa hai cực của đèn đạt giá trị $|u| \geq 110\sqrt{2}$ V. Trong 2 s thời gian đèn sáng là 4/3s. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu bóng đèn là

A. 220V. **B.** $220\sqrt{3}$ V. **C.** $220\sqrt{2}$ V. **D.** 200 V.

Ví dụ 3: Cho mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U_0\sin 2\pi ft$ (V). Tại thời điểm t_1 giá trị tức thời của cường độ dòng điện qua tụ và hiệu điện thế 2 đầu đoạn mạch là ($2\sqrt{2}$ A, $60\sqrt{6}$ V). Tại thời điểm t_2 giá trị tức thời của cường độ dòng điện qua tụ và hiệu điện thế 2 đầu đoạn mạch là ($2\sqrt{6}$ A, $60\sqrt{2}$ V). Dung kháng của tụ điện bằng

A. $20\sqrt{3}$ Ω. **B.** $20\sqrt{2}$ Ω. **C.** 30 Ω. **D.** 40 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ biểu thức $u = U_0\sin 2\pi ft \Rightarrow \sin^2 2\pi ft = \left(\frac{u}{U_0}\right)^2$ *(*)*

Ta biết rằng, dòng điện qua tụ C nhanh pha $\frac{\pi}{2}$ *hơn hiệu điện thế nên biểu thức dòng điện có dạng:* $i = I_0\sin\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right) = I_0\cos 2\pi ft \Rightarrow \cos^2 2\pi ft = \left(\frac{i}{I_0}\right)^2$ *(**)*

Biểu thức (*) và (**) cho ta: $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$. *Viết cho 2 thời điểm ta sẽ thu được hệ 2 phương trình 2 ẩn* U_0 *và* I_0

Tại thời điểm t_1 ta có: $\left(\frac{i_1}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u_1}{U_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{2\sqrt{2}}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{60\sqrt{6}}{U_0}\right)^2 = 1$ (1)

Tại thời điểm t_2 ta có: $\left(\frac{i_2}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u_2}{U_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{2\sqrt{6}}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{60\sqrt{2}}{U_0}\right)^2 = 1$ (2)

Giải (1) và (2) ta được $U_0 = 120\sqrt{2}$ V và $I_0 = 4\sqrt{2}$ A.

$\Rightarrow$ dung kháng $Z_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{120\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 30\ \Omega \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{4}\right)$ vào hai đầu một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$H. Ở thời điểm t_1 điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là $50\sqrt{2}$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là $\frac{\sqrt{2}}{2}$A. Còn ở thời điểm t_2 khi điện áp giữa hai đầu cuộn dây là 80V thì cường độ dòng điện qua nó là 0,6A. Tần số f của dòng điện xoay chiều bằng

A. 40 Hz. **B.** 50 Hz. **C.** 60 Hz. **D.** 120 Hz.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với mạch chỉ chứa cuộn dây thuần cảm, do có sự lệch pha giữa hiệu điện thế u và cường độ dòng điện i là $\frac{\pi}{2}$ nên ta cũng có biểu thức tương tự như đối với mạch chỉ có tụ C ở bài toán trước $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2+\left(\frac{u}{U_0}\right)^2=1$

Dựa vào biểu thức trên, viết cho 2 thời điểm, ta được hệ 2 phương trình:

$$\begin{cases}\left(\frac{\sqrt{2}/2}{I_0}\right)^2+\left(\frac{50\sqrt{2}}{U_0}\right)^2=1\\ \left(\frac{0,6}{I_0}\right)^2+\left(\frac{80}{U_0}\right)^2=1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}U_0=100V\\ I_0=1A\end{cases}\Rightarrow Z_L=\frac{U_0}{I_0}=100\ \Omega$$

$\Rightarrow\ f=\frac{Z_L}{2\pi L}=50Hz\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Đặt vào hai đầu tụ điện có điện dung $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F một điện áp xoay chiều ổn định. Khi điện áp tức thời trong mạch là 160V thì cường độ dòng điện tức thời qua mạch là 1,2A. Khi điện áp tức thời trong mạch là $40\sqrt{10}$ V thì cường độ dòng điện tức thời là $\sqrt{2,4}$ A. Tần số của dòng điện đặt vào hai đầu mạch là

A. 100Hz. **B.** 75Hz. **C.** 200Hz. **D.** 50Hz.

Ví dụ 5: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$ vào hai đầu một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=\frac{1}{2\pi}$ (H). Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là $100\sqrt{2}$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là 2A. Biểu thức của cường độ dòng điện qua cuộn cảm là

A. $i=2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(A)$. **B.** $i=2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(A)$.

C. $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(A)$. **D.** $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(A)$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2-3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Vì trên đoạn mạch chứa cuộn dây thuần cảm cường độ dòng điện i chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế nên biểu thức cường độ dòng điện i có dạng:

$$i = I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = I_0\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$$

- Ta cần đi tìm I_0 dựa vào biểu thức $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$ (*)

Thay $\begin{cases} i = 2\text{ A} \\ u = 100\sqrt{2}\text{ V} \\ U_0 = I_0.Z_L = I_0.\omega L = I_0.100\pi\frac{1}{2\pi} = 50I_0 \end{cases}$ vào (*) thu được $I_0 = 2\sqrt{3}$ A

Vậy $i = 2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(A) $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp $u = U_0\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V) vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2.10^{-4}}{\pi}$ (F). Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu tụ điện là 150 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4A. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là

A. $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). **B.** $i = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

C. $i = 5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). **D.** $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2009)

Bài toán 2: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Gọi U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch; i, I_0 và I lần lượt là giá trị tức thời, giá trị cực đại và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong đoạn mạch. Hệ thức nào sau đây **sai**?

A. $\frac{U}{U_0} - \frac{I}{I_0} = 0.$ **B.** $\frac{U}{U_0} + \frac{I}{I_0} = \sqrt{2}.$ **C.** $\frac{u}{U} - \frac{i}{I} = 0.$ **D.** $\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1.$

(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Bài toán 3: *(Trích đề thi tuyển sinh cao đẳng năm 2010)* Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Tại thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm có độ lớn cực đại thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm bằng

A. $\frac{U_0}{\sqrt{2}\omega L}$. **B.** $\frac{U_0}{2\omega L}$. **C.** $\frac{U_0}{\omega L}$. **D.** 0.

Bài toán 4: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu một tụ điện thì cường độ dòng điện qua nó có giá trị hiệu dụng là I. Tại thời điểm t, điện áp ở hai đầu tụ điện là u và cường độ dòng điện qua nó là i. Hệ thức liên hệ giữa các đại lượng là

A. $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{4}$ **B.** $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=1$ **C.** $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=2$ **D.** $\frac{u^2}{U^2}+\frac{i^2}{I^2}=\frac{1}{2}$

Ví dụ 6: Một cuộn dây có điện trở thuần r, độ tự cảm L. Mắc cuộn dây vào hiệu điện thế một chiều U = 10 V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,4 A. Khi mắc cuộn dây vào hiệu điện thế xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng qua cuộn dây là 1 A. Độ tự cảm L của cuộn dây có giá trị

A. 0,308 H. **B.** 0,968 H. **C.** 0,488 H. **D.** 0,729 H.

Phân tích và hướng dẫn giải:

- Nguồn một chiều không có sự dao động nên tần số $f_{-} = 0 \Rightarrow Z_{L-} = 2\pi f_{-}L = 0$ vì vậy tổng trở lúc này chỉ có r, theo định luật Ôm ta có: $r = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{10}{0,4} = 25\,\Omega$ (1)

- Với nguồn xoay chiều có $f \neq 0$ nên tổng trở $Z = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$ (2)

  Mặt khác $Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100\,\Omega$. (3)

- Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow 100 = \sqrt{25^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_L = \sqrt{100^2 - 25^2} = \sqrt{9365} = 96,8\,\Omega$

  $\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{96,8}{100\pi} = 0,308$ H $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Một cuộn dây có điện trở thuần r, độ tự cảm L. Mắc cuộn dây vào hiệu điện thế một chiều U = 8 V thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là 0,5 A. Khi mắc cuộn dây vào hiệu điện thế xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng qua cuộn dây là 1,2 A. Độ tự cảm L của cuộn dây có giá trị

A. 0,238 H. **B.** 0,314 H. **C.** 0,488 H. **D.** 0,729 H.

Ví dụ 7: Hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở $R = 100\,\Omega$ có biểu thức $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R trong 1 phút là

A. 300 J. **B.** $600\sqrt{2}$ J. **C.** 6000 J. **D.** $300\sqrt{2}$ J.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhiệt lượng tỏa ra được tính theo định luật Jun – Lenxơ $Q = I^2Rt = \dfrac{U^2}{R}t$, *với* I *và* U *là các giá trị hiệu dụng.*

Ta có: $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{100}{100} = 1$ A $\Rightarrow Q = I^2Rt = 1^2.100.60 = 6000$ J $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Tìm giá trị cực đại của cường độ dòng điện xoay chiều? Biết rằng khi cho nó qua một điện trở $R = 10\,\Omega$ thì sau khoảng thời gian 1 giờ nó tỏa ra một nhiệt lượng là 72 kJ.

A. $\sqrt{2}$ A. **B.** $2\sqrt{2}$ A. **C.** 2 A. **D.** 1 A.

Ví dụ 8: Dòng điện xoay chiều $i = I_o\cos\omega t$ trong đoạn mạch có đặc điểm sau: trong thời gian một phần ba đầu của chu kì thì có giá trị hiệu dụng bằng 1A, trong hai phần ba sau của chu kì thì có giá trị 2A. Giá trị hiệu dụng của dòng điện này trong một chu kì bằng

A. $\sqrt{2}$ A. **B.** $\sqrt{5}$ A. **C.** 1,5A. **D.** $\sqrt{3}$ A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nhiệt lượng tỏa ra trong cả chu kì có thể tính gồm 2 phần: $Q_T = Q_1 + Q_2$

Hay $I^2RT = I_1^2R\dfrac{T}{3} + I_2^2R\dfrac{2T}{3}$

$\Rightarrow I^2 = I_1^2\dfrac{1}{3} + I_2^2\dfrac{2}{3} \Rightarrow I = \sqrt{1^2\dfrac{1}{3} + 2^2\dfrac{2}{3}} = \sqrt{3}$A $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Cách khác: Bạn đọc có thể tính cách khác theo định nghĩa $I = \sqrt{\dfrac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} i^2 dt}$.

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mạch gồm điện trở $R = 100\,\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm $L = \dfrac{1}{\pi}$H. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = 400\cos^2(50\pi t)$ (V). Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch có giá trị bằng

A. 1 A. **B.** 3,26 A. **C.** $(2+\sqrt{2})$A. **D.** $\sqrt{5}$A.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

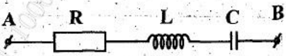
Bài toán 2: Mạch gồm điện trở R = 100 Ω mắc nối tiếp với tụ điện $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u=400\cos^2(50\pi t)\,(V)$. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch có giá trị bằng

A. 1 A. **B.** 3,26 A. **C.** $\left(2+\sqrt{2}\right)$A. **D.** 0

Để giải nhanh cho các bài toán trên, có thể tham khảo sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Bài toán 3: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, trong đó R = 100 Ω, $C=\frac{10^{-4}}{\pi}$F và cuộn dây thuần cảm $L=\frac{1}{\pi}$H. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u=400\cos^2(50\pi t)\,(V)$. Tìm cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch?

Ví dụ 9: Một đoạn mạch gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L=\frac{1}{10\pi}$ H mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C=\frac{4.10^{-4}}{\pi}$ F và một điện trở R. Cường độ dòng điện chạy qua mạch có phương trình i = 2.cos100πt (A). Hiệu điện thế cực đại của đoạn mạch là 50 V. Điện trở thuần R của mạch là



A. 20 Ω. **B.** 40 Ω. **C.** 30 Ω. **D.** 10 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Tần số góc ω = 100π rad/s.

– Cảm kháng $Z_L=\omega L=100\pi.\frac{1}{10\pi}=10\ \Omega$.

– Dung kháng $Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{100\pi.\frac{4.10^{-4}}{\pi}}=25\ \Omega$.

– Tổng trở $Z=\frac{U_0}{I_0}=\frac{50}{2}=25\ \Omega$

Lại có: $Z=\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}\Rightarrow R=\sqrt{Z^2-(Z_L-Z_C)^2}=20\ \Omega\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 10: Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần mắc nối tiếp với một tụ điện. Biết hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mạch là 100 V, ở hai đầu điện trở là 60 V. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu tụ điện bằng

A. 40 V. **B.** 60 V. **C.** 80 V. **D.** 100 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì mạch chỉ chứa R và C nên tổng trở của mạch là $Z = \sqrt{R^2 + (0 - Z_C)^2}$

Nhân hai vế biểu thức trên với I, ta được: $U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

$\Rightarrow U_C = \sqrt{U^2 - U_R^2} = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80$ V $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V, tần số 50 Hz. Với $R = 40\sqrt{3}\ \Omega$, cuộn dây thuần cảm $L = \dfrac{1}{2\pi}$ H và tụ $C = \dfrac{10^{-3}}{9\pi}$ F. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch bằng

A. 1,5 A. **B.** 2,0 A. **C.** 2,5 A. **D.** 3,0 A.

Bài toán 2: Cho một đoạn mạch AB gồm R, L, C nối tiếp với L thuần cảm. Khi tần số dòng điện qua mạch bằng 100 Hz thì hiệu điện thế hiệu dụng $U_R = 20$ V, $U_C = 10\sqrt{3}$ V, $U_{AB} = 40$ V và cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch là $I = 0{,}1$A. Hãy chọn thông tin đúng?

A. Điện trở thuần $R = 120\ \Omega$. **B.** Độ tự cảm $L = 3\sqrt{3}/\pi$ H.

C. Điện dung của tụ $C = \dfrac{10^{-4}}{2\pi\sqrt{3}}$ F. **D.** Tổng trở $Z = 40\ \Omega$.

Bài toán 3: Đoạn mạch xoay chiều nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện C và cuộn cảm thuần L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều ổn định thì điện áp hiệu dụng trên R, L và C lần lượt là 50 V, 100 V và 50 V. Thay C bởi tụ điện C' thì điện áp hiệu dụng trên tụ là 30 V, khi đó điện áp hiệu dụng trên R là bao nhiêu?

Nếu bài toán 3 có kết quả bằng 30V là sai. Để giải nhanh bài toán này, có thể tham khảo sách: ***Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.***

Ví dụ 11: Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế giữa hai đầu toàn mạch và cường độ dòng điện trong mạch là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3}$, điều này chứng tỏ

A. mạch điện có tính dung kháng. **B.** mạch điện có tính cảm kháng.

C. mạch điện có tính trở kháng. **D.** mạch cộng hưởng điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Do $\frac{Z_L - Z_C}{R} = \tan\varphi = \tan\frac{\pi}{3} = \sqrt{3} > 0 \Rightarrow Z_L > Z_C$ ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 12: Đặt hiệu điện thế xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V) vào hai đầu của một cuộn dây không thuần cảm thấy dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (A). Điện trở thuần r có giá trị bằng

A. 60 Ω. **B.** 85 Ω. **C.** 100 Ω. **D.** 120 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\textit{Từ các biểu thức } \left.\begin{matrix} u \\ i \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} U_0; \varphi_u \\ I_0; \varphi_i \end{cases} \Rightarrow (Z;\varphi) \Rightarrow r$$

+ Tổng trở $Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{120\sqrt{2}}{2} = 60\sqrt{2}\ \Omega$

+ Độ lệch pha φ giữa u và i là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{6} - \left(-\frac{\pi}{12}\right) = \frac{\pi}{4}$

+ Vì $\cos\varphi = \frac{r}{Z}$ ⇒ Điện trở thuần $r = Z\cos\varphi = 60\sqrt{2}.\cos\frac{\pi}{4} = 60\ \Omega$ ⇒ *Đáp án A.*

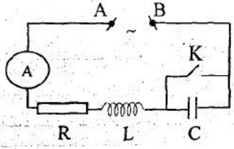
Bài tập vận dụng: Biết $u_{AB} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t(\text{V})$. Ampe kế lí tưởng.

– Khi K mở thì dòng điện trong mạch là

$$i = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$$

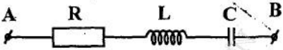
– Khi K đóng thấy ampe kế chỉ 3 A.

Hãy tìm R, L và C?



DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Ví dụ 13: Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch R, L, C nối tiếp có biểu thức: $u = 400\cos(100\pi t - \frac{\pi}{12})(V)$.



Biết R = 100 Ω, L = 0,318 H và C = 15,9 μF. Biểu thức cường độ dòng điện qua đoạn mạch là

A. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). **B.** $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

C. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A). **D.** $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Tần số góc ω = 100π rad/s.

– Cảm kháng $Z_L = \omega.L = 100\pi.0,318 = 100\ \Omega$.

– Dung kháng $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.15,9.10^{-6}} = 200\ \Omega$.

– Tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 200)^2} = 100\sqrt{2}\ \Omega$.

– Biểu thức dòng điện trong mạch có dạng $i = I_0\cos(100\pi t + \varphi_i)$.

+ Về giá trị cực đại I_0, ta có $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{400}{2\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$ A.

+ Về độ lệch pha, có $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{100 - 200}{100} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$

Mặt khác $\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\frac{\pi}{12} - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{6}$

Vậy biểu thức dòng điện trong mạch là $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A) ⇒ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

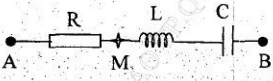
Bài toán 1: Điện áp giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm có biểu thức là $u = 220\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$V. Cường độ dòng điện tức thời bằng không lần đầu tiên tại thời điểm nào?

Bài toán 2: Đặt $u = 120\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$V vào 2 đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp R = 30 Ω thì $U_L = 60$ V. Tìm biểu thức dòng điện i qua mạch?

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 3: Đặt điện áp $u = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ V vào đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Biết R = 60 Ω, cuộn dây thuần cảm có $L = \frac{1,2}{\pi}$ H và tụ $C = \frac{10^{-3}}{6\pi}$ (F). Khi điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn cảm bằng 240 V và đang giảm thì điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và giữa hai bản tụ điện lần lượt bằng bao nhiêu?

Bài toán 4: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R = 100\Omega$; $L = 0,318$H; $C = 15,9\mu$F;

$u_{MB} = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V). Tìm biểu thức cường độ dòng điện trong mạch?

Bài toán 5: Khi đặt hiệu điện thế không đổi 30V vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{4\pi}$ (H) thì dòng điện trong đoạn mạch là dòng điện một chiều có cường độ 1A. Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch này điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 120\pi t$ (V) thì biểu thức của cường độ dòng điện trong đoạn mạch là

A. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A). **B.** $i = 5\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

C. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A). **D.** $i = 5\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Bài toán 6: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, điện trở R = 75Ω, cuộn dây có độ tự cảm $L = \frac{5}{4\pi}$ H, tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{5\pi}$ F. Dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = 2\cos 100\pi t$ A. Biểu thức tức thời của hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là

A. $u = 150\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$V. **B.** $u = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$V.

C. $u = 150\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$V. **D.** $u = 150\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$V.

Chú ý: Ngoài cách làm để hiểu vật lý, các bài toán trên và một số bài toán khác có thể giải nhanh bằng máy tính cầm tay Casio fx 570 ES. Chi tiết cách bấm máy được viết trong: ***Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.***

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 7: Ở mạch điện xoay chiều R, L,C. Biết điện áp toàn mạch có $u_{RL} = 120\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)V$; R = 80Ω; $C = \frac{10^{-3}}{16\pi\sqrt{3}}(F)$; u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{3}$ với i. Tìm biểu thức điện áp hai đầu mạch?

Bài toán 8: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cảm kháng gấp đôi dung kháng. Dùng vôn kế xoay chiều (điện trở rất lớn) đo điện áp giữa hai đầu tụ điện và điện áp giữa hai đầu điện trở thì số chỉ của vôn kế là như nhau. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch là

A. $\frac{\pi}{4}$. **B.** $\frac{\pi}{6}$. **C.** $\frac{\pi}{3}$. **D.** $-\frac{\pi}{3}$.

Bài toán 9: Cho mạch điện AB gồm cuộn dây không thuần cảm và tụ điện mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế hiệu dụng $U_{AB} = U_{dây} = U_C$. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế hai đầu mạch và dòng điện trong mạch là

A. $\frac{\pi}{3}$. **B.** $-\frac{\pi}{3}$. **C.** $\frac{\pi}{6}$. **D.** $-\frac{\pi}{6}$.

Bài toán 10: Cho một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}F$ mắc nối tiếp với một điện trở, hiệu điện thế xoay chiều tần số 50 Hz giữa hai đầu đoạn mạch trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với cường độ dòng điện. Giá trị của điện trở là

A. $200\sqrt{3}$ Ω **B.** $\frac{200}{3}$ Ω **C.** $\frac{200}{\sqrt{3}}$ Ω **D.** 200 Ω

Ví dụ 14: Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch xoay chiều và cường độ dòng điện qua mạch lần lượt có biểu thức là $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(V)$ và $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(A)$. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 200 W **B.** 400 W **C.** 600 W. **D.** 100 W.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ các biểu thức $\left.\begin{matrix} u \\ i \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} U;\varphi_u \\ I;\varphi_i \end{cases} \Rightarrow (U;I;\varphi) \Rightarrow P$

Công suất tiêu thụ: $P = UI\cos\varphi = UI\cos\varphi = 100.4.\cos\frac{\pi}{3} = 200\text{ W}$ ⇒ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Mắc vào hai đầu một ống dây không thuần cảm có $R = 25\,\Omega$ một hiệu điện thế xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(V). Biết công suất tỏa nhiệt trên ống dây là 100 W. Giá trị của độ tự cảm là

A. $L = \frac{1}{\sqrt{3}\pi}$H. **B.** $L = \frac{2}{\sqrt{3}\pi}$H. **C.** $L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}$H. **D.** $L = \frac{2}{\sqrt{2}\pi}$H.

Ví dụ 15: Mạch điện gồm điện trở R, cuộn cảm thuần L và tụ điện C mắc nối tiếp. Hiệu điện thế ở hai đầu mạch $u = 50\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm là $U_L = 30$ V và hai đầu tụ điện là $U_C = 60$ V. Hệ số công suất của mạch bằng

A. $\cos\varphi = \frac{6}{5}$. **B.** $\cos\varphi = \frac{5}{5}$. **C.** $\cos\varphi = \frac{4}{5}$. **D.** $\cos\varphi = \frac{3}{5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có thể tính $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{I.R}{I.Z} = \frac{U_R}{U}$. *Vậy cần tìm U_R dựa theo U, U_L và U_C.*

Từ $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - (U_L - U_C)^2} = 40$ V

Lúc đó $\cos\varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đoạn mạch gồm một cuộn dây mắc nối tiếp với một tụ điện đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều 200 V thì điện áp trên cuộn dây và tụ điện là $100\sqrt{3}$ V và 100 V. Hệ số công suất của đoạn mạch là

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. **B.** $\frac{1}{2}$. **C.** 0. **D.** 1.

Bài toán 2: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Gọi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện, giữa hai đầu biến trở và hệ số công suất của đoạn mạch khi biến trở có giá trị R_1 lần lượt là U_{C1}, U_{R1} và $\cos\varphi_1$; khi biến trở có giá trị R_2 thì các giá trị tương ứng nói trên là U_{C2}, U_{R2} và $\cos\varphi_2$.

LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

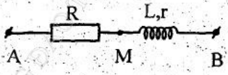
Biết $U_{C1} = 2U_{C2}$, $U_{R2} = 2U_{R1}$. Giá trị của $\cos\varphi_1$ và $\cos\varphi_2$ là

A. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}, \cos\varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$ **B.** $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}, \cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$

C. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}, \cos\varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$ **D.** $\cos\varphi_1 = \frac{1}{2\sqrt{2}}, \cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A,2010)

Ví dụ 16: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở R ghép nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm. Biết $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(V)$,



$U_{AM} = 70V$, $U_{MB} = 150V$. Hệ số công suất của đoạn mạch MB bằng

A. 0,5. **B.** 0,6. **C.** 0,7. **D.** 0,8.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng giống ví dụ trước, ta cũng có thể tính $\cos\varphi_{MB} = \frac{r}{Z_{MB}} = \frac{I.r}{I.Z_{MB}} = \frac{U_r}{U_{MB}}$. *Tuy nhiên tìm U_r phải dựa theo hệ phương trình* $\begin{cases} U = \sqrt{(U_R + U_r)^2 + U_L^2} \\ U_{MB} = \sqrt{U_r^2 + U_L^2} \end{cases}$

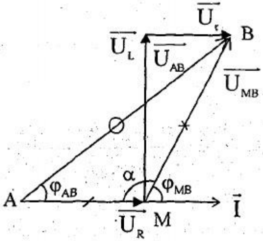
Để đơn giản hơn, bài toán này có thể làm theo phương pháp giản đồ vectơ. Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ. Nhận thấy $\varphi_{MB} + \alpha = \pi \Rightarrow \cos\varphi_{MB} = -\cos\alpha$

Áp dụng định lí hàm số cosin cho ΔAMB có:

$$U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{AM}U_{MB}.\cos\alpha$$

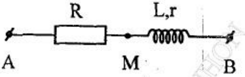
$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - U_{AB}^2}{2U_{AM}U_{MB}}$$

$$= \frac{70^2 + 150^2 - 200^2}{2.70.150} = -0,6$$


$\overrightarrow{U_r}$
B
$\overrightarrow{U_L}$
$\overrightarrow{U_{AB}}$
$\overrightarrow{U_{MB}}$
α
φ_{AB}
φ_{MB}
A
M
$\vec{I}$
$\overrightarrow{U_R}$

Vậy $\cos\varphi_{MB} = -\cos\alpha = 0,6 \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:



Bài toán 1: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở R ghép nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm. Biết $U_{AB} = 200$ V, $U_{AM} = 70$V, $U_{MB} = 150$V. Hệ số công suất của đoạn mạch AB bằng

A. 0,5. **B.** 0,6. **C.** 0,7. **D.** 0,8.

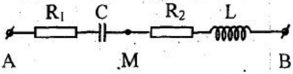
Bài toán 2: Cho đoạn mạch có hình vẽ như hình vẽ của bài toán 1 nêu trên. Biết hiệu điện thế trên từng đoạn mạch là $U_{AM} = 36$ V, $U_{MB} = 40$ V, $U_{AB} = 68$ V và cường độ dòng điện qua mạch bằng 2A. Tìm công suất tiêu thụ P của mạch?

Ví dụ 17: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần $R_1 = 40\ \Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}F$, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là :

$u_{AM} = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right)(V)$ và $u_{MB} = 150\cos 100\pi t\,(V)$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

A. 0,86. **B.** 0,84. **C.** 0,95. **D.** 0,71.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Ta có $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-3}}{4\pi}} = 40\ \Omega$.

và $\tan\varphi_{AM} = \frac{-Z_C}{R_1} = \frac{40}{40} = -1 \Rightarrow \ \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{4}$

Mà $\varphi_{AM} = \varphi_{u_{AM}} - \varphi_i \Rightarrow$ Pha của dòng điện $\varphi_i = \varphi_{u_{AM}} - \varphi_{AM} = -\frac{7\pi}{12} - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\pi}{3}$

Đến đây, ta có nhiều cách để hoàn thành bài toán:

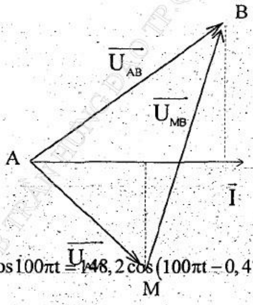
- *Cách 1:* Tìm pha của điện áp toàn mạch AB theo cách thông thường

$$\tan\varphi_{u_{AB}} = \frac{50\sqrt{2}\sin\left(-\frac{7\pi}{12}\right) + 150\sin 0}{50\sqrt{2}\cos\left(-\frac{7\pi}{12}\right) + 150\cos 0} = -0,519 \Rightarrow \varphi_{u_{AB}} = -0,479\,\text{rad}$$

$\Rightarrow \cos\varphi_{AB} = \cos\left(\varphi_{u_{AB}} - \varphi_i\right) = \cos\left(-0,479 + \dfrac{\pi}{3}\right) = 0,843$ ⇒ *Đáp án B.*

◆ *Cách 2:*

Theo tổng hợp dao động ta có $U_{AB} = \sqrt{U_{AM}^2 + U_{MB}^2 + 2U_{AM}.U_{MB}\cos\dfrac{7\pi}{12}} = 104,8V$


B
$\overrightarrow{U_{AB}}$
$\overrightarrow{U_{MB}}$
A
$\vec{I}$
$\overrightarrow{U_{AM}}$
M

Theo giản đồ véctơ hình bên thì

$U_{AB}\cos\varphi_{AB} = U_{AM}.\cos\varphi_{AM} + U_{MB}\cos\varphi_{MB}$

Từ đây ta được $\cos\varphi_{AB} = 0,84$

◆ *Cách 3:* Sử dụng máy tính cầm tay Casio fx 570 ES như phần tổng hợp các dao động đã hướng dẫn ở chủ đề 4, ta sẽ tìm ngay được điện áp toàn mạch AB:

$$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{7\pi}{12}\right) + 150\cos 100\pi t = 148,2\cos(100\pi t - 0,479)$$

Vậy hệ số công suất của đoạn mạch AB là:

$$\cos\varphi_{AB} = \cos\left(\varphi_{u_{AB}} - \varphi_i\right) = \cos\left(-0,479 + \frac{\pi}{3}\right) = 0,843 \Rightarrow \text{Đáp án B.}$$

Cách 4: Giải nhanh trực tiếp bằng cách sử dụng máy tính Casio 570 ES như đã hướng dẫn ở cuốn sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Ví dụ 18: Trong các dụng cụ tiêu thụ điện như quạt, tủ lạnh, động cơ... người ta phải nâng cao hệ số công suất nhằm

A. tăng công suất tiêu thụ. **B.** giảm công suất tiêu thụ.

C. thay đổi tần số của dòng điện. **D.** tăng hiệu suất của việc sử dụng điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Công suất tiêu thụ P = UIcosφ bao gồm công suất hữu ích (dưới dạng cơ năng, hoá năng...) và một phần hao phí dưới dạng nhiệt (trừ trường hợp bếp điện, bàn là).

+ Phần công suất hữu ích là do nhu cầu tiêu dùng nên có giá trị xác định.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Phần hao phí do toả nhiệt I^2R phụ thuộc vào I, mà $I = \frac{P}{U.\cos\varphi}$, với P và U xác định, nếu cosφ nhỏ thì I lớn làm công suất tiêu hao vì nhiệt I^2R sẽ lớn và dễ cháy đường dây, ngược lại, nếu cosφ lớn thì dòng điện I sẽ nhỏ, điều này dẫn tới hao phí năng lượng trên đường dây sẽ nhỏ ⇒ làm tăng hiệu suất của việc sử dụng điện ⇒ *Đáp án D*.

Ví dụ 19: Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Khi hiện tượng cộng hưởng xảy ra thì điều nào **sai**?

A. $U = U_R$.

B. $Z_L = Z_C$.

C. $U_L = U_C = 0$.

D. Công suất tiêu thụ trong mạch lớn nhất.

Phân tích và hướng dẫn giải:

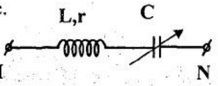
Trong mạch xoay chiều, khi một trong các phần tử L, C hoặc ω biến thiên sẽ có khả năng xảy ra cộng hưởng điện.

Khi xảy ra cộng hưởng điện, có các biểu thức sau: $Z_L = Z_C$; $Z_{min} = R$; $I = I_{max}$; $\varphi_u = \varphi_i$;

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$; $(\cos\varphi)_{max} = 1$; $P = P_{max}$; … ⇒ *Đáp án C*.

Chú ý: Mặc dù cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại $I = I_{max}$ nhưng cộng hưởng nối tiếp được gọi là cộng hưởng thế, vì từ mạch RLC có hiệu điện thế U ở hai đầu đoạn mạch bình thường nhưng ta có thể thu được U_L, U_C lớn một cách tùy ý, thực vậy nếu U = 1 V và có $Z_L = Z_C = 10.000R$ thì $U_L = U_C = 10.000V$!

Ví dụ 20: Mắc nối tiếp một cuộn dây có điện trở $r = 50\ \Omega$, độ tự cảm $L = \frac{\sqrt{3}}{2\pi}$ H với một tụ điện có điện dung C có thể thay đổi được. Mắc mạch trên vào hiệu điện thế $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V).



Để hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây cực đại thì giá trị nào của điện dung C là

A. $\frac{2.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}$ F.

B. $\frac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}$ F.

C. $\frac{10^{-4}\sqrt{3}}{\pi}$ F.

D. $\frac{5.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}$ F.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Do tổng trở của cuộn dây $Z_{cd} = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \text{const}$ *nên hiệu điện thế trên hai đầu cuộn dây* $U_{cd} = I.Z_{cd}$ *chỉ đạt cực đại khi* $I = I_{max}$ $\Rightarrow$ *trong mạch xảy ra cộng hưởng điện*

Khi cộng hưởng điện thì $Z_C = Z_L \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{2.10^{-4}}{\sqrt{3}.\pi}$ F $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 21: Đặt vào mạch điện R, L, C mắc nối tiếp một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi. Thấy rằng hiệu điện thế hiệu dụng trên các phần tử R, L, C đều bằng nhau và bằng 100 V. Nếu làm ngắn mạch tụ điện (nối tắt hai bản cực của nó) thì hiệu điện thế hiệu dụng trên điện trở thuần R là

A. $50\sqrt{2}$ V. **B.** 100 V. **C.** $100\sqrt{2}$ V. **D.** 200 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$

– Khi còn đầy đủ 3 phần tử:

$U = \sqrt{U_{1R}^2 + (U_{1L} - U_{1C})^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 100)^2} = 100$ V

và $R = Z_L = Z_C$ (do hiệu điện thế trên các phần tử bằng nhau)

– Khi làm ngắn mạch tụ điện, mạch chỉ còn 2 phần tử R và L, ta có:

$U = \sqrt{U_{2R}^2 + U_{2L}{}^2} = \sqrt{2U_{2R}^2} = U_{2R}.\sqrt{2}$ (do $Z_L = R$)

$\Rightarrow U_{2R} = \frac{U}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}$ V $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong trường hợp nào thì khi tăng dần điện dung C của tụ điện trong đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp, cường độ dòng điện hiệu dụng tăng rồi lại giảm?

A. $Z_L = Z_C < R$. **B.** $Z_L > Z_C$. **C.** $Z_L < Z_C$. **D.** $Z_L = Z_C = R$.

Bài toán 2: Trong mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Biết các giá trị R = 25 Ω, Z_L = 16 Ω và Z_C = 9 Ω ứng với tần số f. Thay đổi tần số đến khi tần số có giá trị bằng f_o thì trong mạch xảy ra cộng hưởng điện. Ta có

A. $f_o > f$. **B.** $f_o < f$. **C.** $f_o = f$. **D.** Không tồn tại f_o.

Bài toán 3: Trong mạch RLC nối tiếp, người ta đo được hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ U_C = 45V và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm U_L = 5V. Để có cộng hưởng điện, tần số phải

A. tăng lên 3 lần. **B.** giảm đi 9 lần. **C.** tăng lên 9 lần. **D.** tăng lên 6 lần.

Bài toán 4: Dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch RLC có tần số $f = 50Hz$, cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{4\pi}$ H. Tụ điện có điện dung biến thiên đang được điều chỉnh ở giá trị $C_1 = \frac{4}{\pi}.10^{-4}F$. Điện trở thuần R không đổi. Tăng dần điện dung của tụ điện từ giá trị C_1 thì cường độ hiệu dụng của dòng điện sẽ

A. tăng　　**B.** giảm.

C. lúc đầu tăng sau đó giảm.　　**D.** lúc đầu giảm sau đó tăng.

Bài toán 5: Cho mạch R,L,C mắc nối tiếp và mắc vào mạng điện xoay chiều có f biến đổi. Khi $f = 50Hz$ thì $Z_L = 100\Omega$, $Zc = 120\Omega$. Nếu tăng tần số f từ 50Hz đến 100Hz thì công suất của mạch

A. Lúc đầu tăng, sau đó giảm　　**B.** Lúc đầu giảm, sau đó tăng

C. Tăng　　**D.** Giảm

Bài toán 6: Trong mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp, $R = 50\Omega$. Khi xảy ra cộng hưởng ở tần số f_1 thì $I = 1A$. Tăng tần số của mạch điện lên gấp đôi, nhưng giữ nguyên hiệu điện thế hiệu dụng và các thông số khác của mạch, thì $I' = 0,8A$. Cảm kháng của cuộn dây khi còn ở tần số f_1 là

A. 25Ω.　　**B.** 50Ω.　　**C.** 37,5Ω.　　**D.** 75Ω.

Bài toán 7: Mạch RLC không phân nhánh gồm điện trở thuần R, cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}H$ và tụ điện có điện dung biến thiên mắc vào hiệu điện thế xoay chiều tần số 50Hz. Chỉnh điện dung tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}F$ thì thấy công suất toả nhiệt của mạch chỉ bằng một nửa giá trị công suất khi xảy ra cộng hưởng. Điện trở của đoạn mạch là

A. 50Ω.　　**B.** 100Ω.　　**C.** 141,4Ω.　　**D.** 70,7Ω.

Bài toán 8: Mạch nối tiếp gồm một cuộn dây có điện trở thuần $R = 50\,\Omega$, độ tự cảm $L = \frac{\sqrt{3}}{2\pi}H$ và một tụ điện có điện dung C có thể thay đổi được. Mắc mạch trên vào hiệu điện thế $u = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)$. Giá trị cực đại của hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu ống dây có thể đạt được là bao nhiêu?

A. 200 V.　　**B.** 250 V.　　**C.** 400 V.　　**D.** 500 V.

Bài toán 9: Cho một mạch điện RLC mắc nối tiếp. Hiệu điện thế xoay chiều hai đầu đoạn mạch có dạng $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$, tần số f thay đổi được. Khi mạch có tần số f thì $Z_L = 25\Omega$ và $Z_C = 16\Omega$. Khi mạch có tần số $f_0 = 40$Hz thì mạch cộng hưởng. Chọn đáp án đúng

A. $L = \frac{1}{4\pi}H; C = \frac{10^{-2}}{16\pi}F.$ **B.** $L = \frac{1}{8\pi}H; C = \frac{10^{-2}}{8\pi}F.$

C. $L = \frac{1}{2\pi}H; C = \frac{10^{-2}}{32\pi}F.$ **D.** $L = \frac{1}{\pi}H; C = \frac{10^{-2}}{64\pi}F.$

Bài toán 10: Đặt hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh với C, R có độ lớn không đổi và $L = \frac{1}{\pi}H$. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R, L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 350 W. **B.** 100 W. **C.** 200 W. **D.** 250 W.

Ví dụ 22: Một mạch điện mắc nối tiếp gồm điện trở R_1, tụ điện C_1 và cuộn dây thuần cảm L_1 có cùng tần số cộng hưởng với mạch điện mắc nối tiếp khác gồm điện trở R_2, tụ điện C_2 và cuộn dây thuần cảm L_2. Bây giờ mắc nối tiếp 2 mạch đó với nhau. Tìm tần số góc khi xảy ra cộng hưởng của mạch mới này?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Gọi ω là tần số góc cộng hưởng chung của 2 mạch, ta có: $\omega^2 = \frac{1}{L_1C_1} = \frac{1}{L_2C_2}$

+ Hai mạch mắc nối tiếp nhau thì mạch mới tương đương với mạch RLC với

$R = R_1 + R_2$, $L = L_1 + L_2$ và $C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$

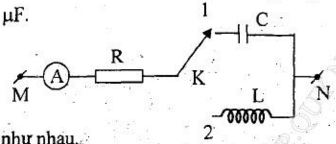
+ Thay $C_1 = \frac{1}{\omega^2 L_1}$ và $C_2 = \frac{1}{\omega^2 L_2}$ vào $C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$ được: $C = \frac{1}{\omega^2(L_1 + L_2)}$

+ Tần số góc cộng hưởng của mạch điện mới là

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = \frac{1}{(L_1 + L_2).\frac{1}{\omega^2(L_1 + L_2)}} = \omega^2 \quad \text{Vậy } \boxed{\omega_0 = \omega}.$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 23: Hiệu điện thế xoay chiều giữa M, N có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng 120 V. Biết R = 60 Ω, C = 30,6 μF.
Cuộn dây thuần cảm, ampe kế lí tưởng $R_A = 0$.
Dù khoá K ở vị trí (1) hay (2) thì người ta thấy số chỉ của ampe kế vẫn như nhau.
Giá trị của L là



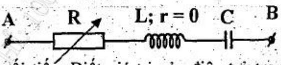
A. 0,33 H. **B.** 0,44 H. **C.** 0,55 H. **D.** 0,66 H.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_C = Z_L \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L$

$\Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(100\pi)^2.30,6.10^{-6}} = 0,33$ H $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 24: Hiệu điện thế xoay chiều $u = U_0\cos(\omega t + \varphi)$ đặt vào hai đầu đoạn mạch AB gồm các phần tử R, L, C ghép nối tiếp. Biết giá trị của điện trở trong mạch thay đổi được. Để công suất của mạch đạt cực đại thì giá trị điện trở phải là



A. $R = Z_L + Z_C$. **B.** $R = Z_C - Z_L$. **C.** $R = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C}$. **D.** $R = |Z_L - Z_C|$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có thể viết $P = I^2R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}R = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$

Theo bất đẳng thức Côsi thì $P = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \le \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

$\Rightarrow P = P_{max} \Leftrightarrow R = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \Rightarrow \boxed{R = |Z_L - Z_C|}$

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 25: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, trong đó điện trở R thay đổi được. Điện áp xoay chiều hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U, tần số f. Tìm điều kiện để khi thay đổi điện trở R, tồn tại hai giá trị R_1, R_2 mạch có cùng công suất. Tìm hệ thức liên hệ giữa R_1, R_2. Tìm biểu thức liên hệ φ_1 và φ_2?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $P = I^2R = \dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}R \Rightarrow PR^2 - U^2R + P(Z_L - Z_C)^2 = 0 \quad (1)$

+ Khi phương trình (1) có 2 nghiệm R_1, R_2, theo định lí Vi–ét ta có:

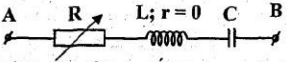
$$R_1 + R_2 = -\frac{b}{a} \text{ nên } \boxed{R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P}}$$

$$R_1R_2 = \frac{c}{a} \text{ nên } \boxed{R_1R_2 = (Z_L - Z_C)^2}$$

+ Ta có: $\tan\varphi_1 . \tan\varphi_2 = \dfrac{|Z_L - Z_C|}{R_1} . \dfrac{|Z_L - Z_C|}{R_2} = \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R_1R_2} = 1 \Rightarrow \boxed{\varphi_1 + \varphi_2 = \dfrac{\pi}{2}}$

Chú ý: Qua hai ví dụ trên ta thấy, để công suất của mạch đạt cực đại thì $R = |Z_L - Z_C|$ và để mạch tiêu thụ công suất P nào đó thì có 2 giá trị thỏa mãn $R_1R_2 = (Z_L - Z_C)^2$. Như vậy giữa R và R_1, R_2 có mối liên hệ với nhau ở biểu thức $\boxed{R_1R_2 = R^2}$. Các em nên nhớ mối liên hệ quan trọng này để làm nhanh các bài toán trắc nghiệm, chẳng hạn: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, trong đó điện trở R thay đổi được. Điện áp xoay chiều hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng U, tần số f. Khi thay đổi R thấy tồn tại hai giá trị $R_1 = 25\Omega$ và $R_2 = 36\Omega$ cho mạch cùng công suất. Vậy với giá trị nào của R thì công suất của mạch đạt cực đại? Và các em sẽ chọn ngay phương án có $R = \sqrt{R_1R_2} = \sqrt{25.36} = 30\ \Omega$!

Ví dụ 26: Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).
Khi $R_1 = 18\ \Omega$ hoặc $R_2 = 32\ \Omega$



thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch là như nhau. Công suất P của mạch ứng với hai giá trị điện trở đó là

A. 40 W. **B.** 120 W. **C.** 200 W. **D.** 300 W.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $P = I^2R = \dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}R \Rightarrow PR^2 - U^2R + P(Z_L - Z_C)^2 = 0$. *Đây là phương trình bậc 2 đối với R, theo định lí Vi–ét, hai nghiệm này phải thỏa mãn* $R_1 + R_2 = -\dfrac{b}{a}$ *nên* $R_1 + R_2 = \dfrac{U^2}{P}$ (1).

Từ (1) suy ra: $P = \dfrac{U^2}{R_1 + R_2} = \dfrac{100^2}{18+32} = 200$ W $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Chú ý: Nếu nhớ được biểu thức liên hệ ở ví dụ trước $\boxed{R_1 + R_2 = \dfrac{U^2}{P}}$ thì có ngay

$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{100^2}{18+32} = 200 \text{ W} \Rightarrow \text{Chọn C khi làm trắc nghiệm.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: *(Trích đề thi tuyển sinh đại học năm 2010)* Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần mắc nối tiếp với một biến trở R. Ứng với hai giá trị $R_1 = 20\ \Omega$ và $R_2 = 80\ \Omega$ của biến trở thì công suất tiêu thụ trong đoạn mạch đều bằng 400 W. Giá trị của U là

A. 400 V. **B.** 200 V. **C.** 100 V. **D.** $100\sqrt{2}$ V.

Bài toán 2: Mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều ổn định $u = U_0\cos100\pi t(V)$. Thay đổi R ta thấy với hai giá trị $R_1 = 45\Omega$ và $R_2 = 80\Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất đều bằng 80 W. Khi thay đổi R thì công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại bằng

A. 250 W. **B.** $80\sqrt{2}$ W. **C.** 100 W. **D.** $\dfrac{250}{3}$ W.

Ví dụ 27: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện. Dung kháng của tụ điện là 100 Ω. Khi điều chỉnh R thì tại hai giá trị R_1 và R_2 công suất tiêu thụ của đoạn mạch như nhau. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_1$ bằng hai lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_2$. Các giá trị R_1 và R_2 là

A. $R_1 = 50\ \Omega$, $R_2 = 100\ \Omega$. **B.** $R_1 = 40\ \Omega$, $R_2 = 250\ \Omega$.

C. $R_1 = 50\ \Omega$, $R_2 = 200\ \Omega$. **D.** $R_1 = 25\ \Omega$, $R_2 = 100\ \Omega$.

(Trích đề thi tuyển sinh đại học năm 2009)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2, 3 - QUY NHƠN TP. QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cũng ở ví dụ trước, từ mối liên hệ $\boxed{R_1R_2 = (Z_L - Z_C)^2}$ áp dụng cho bài toán này có ngay $R_1R_2 = (Z_C)^2 = 100^2 = 10000$ (1)

Theo đề ra $U_{C_1} = 2U_{C_2} \Rightarrow I_1 = 2I_2 \Rightarrow I_1^2 = 4I_2^2 \Rightarrow \dfrac{1}{R_1^2 + 100^2} = \dfrac{4}{R_2^2 + 100^2}$ (2)

Từ (2) và (1) cho $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 200\Omega \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho một đoạn mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}$F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U ổn định, tần số 50 Hz. Thay đổi R, thấy rằng với hai $P_{AB\max} = P_1$ giá trị của $R_1 \neq R_2$ thì công suất của đoạn mạch đều bằng nhau. Tích $R_1.R_2$ bằng

A. 10. **B.** 100. **C.** 1000. **D.** 10000.

Bài toán 2: Cho $u_{AB} = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$ đặt vào mạch gồm ba phần tử R, $L = \dfrac{2}{\pi}(H)$, $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}(F)$. Khi $R = R_1$ thì công suất tiêu thụ là $P_1 = P_{\max}$. Khi $R = R_2$ hoặc $R = R_3$ thì $P_{AB} = P_2 = P_3 < P_1$. Tìm quan hệ R_1, R_2, R_3

A. $R_1 = R_2 + R_3$ **B.** $R_1 = \dfrac{R_2.R_3}{R_2 + R_3}$ **C.** $R_1{}^2 = R_2.R_3$ **D.** $R_1{}^2 = 2R_2.R_3$

Bài toán 3: Đoạn mạch xoay chiều AB chỉ gồm cuộn thuần cảm L, nối tiếp với biến trở R. Hiệu điện thế hai đầu mạch là U_{AB} ổn định, tần số f. Ta thấy có 2 giá trị của biến trở là R_1 và R_2 làm độ lệch pha tương ứng của u_{AB} với dòng điện qua mạch lần lượt là φ_1 và φ_2. Cho biết $\varphi_1 + \varphi_2 = \dfrac{\pi}{2}$. Độ tự cảm L của cuộn dây được xác định bằng biểu thức:

A. $L = \dfrac{\sqrt{R_1R_2}}{2\pi f}$. **B.** $L = \dfrac{\sqrt{R_1^2 + R_2^2}}{2\pi f}$ **C.** $L = \dfrac{R_1 + R_2}{2\pi f}$. **D.** $L = \dfrac{|R_1 - R_2|}{2\pi f}$.

Bài toán 4: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, R thay đổi được, cuộn dây thuần cảm, điện áp hai đầu đoạn mạch $u = 50\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$. Khi $R_1 = 9\Omega$ hoặc $R_2 = 16\Omega$ thì công suất trong mạch như nhau. Hỏi với giá trị nào của R thì công suất mạch cực đại, tìm giá trị cực đại đó?

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2 3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 28: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cuộn dây không thuần cảm có điện trở thuần r, điện trở R thay đổi được. Tìm điều kiện của R để công suất trên chính R đạt giá trị cực đại?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Công suất trên R là: $P_R = R.I^2 = \dfrac{R.U^2}{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}$.

Chia tử số và mẫu số cho R ta được: $P_R = \dfrac{U^2}{\left[R+\dfrac{r^2+(Z_L-Z_C)^2}{R}\right]+2r}$.

Chỉ cần áp dụng bất đẳng thức Côsi cho số hạng $\left[R+\dfrac{r^2+(Z_L-Z_C)^2}{R}\right]$ sẽ thu được $P_{Rmax} = \dfrac{U^2}{2(R+r)} \Leftrightarrow R = \sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}$ (Hay $R = Z_{rLC}$)

Ví dụ 29: Mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, trong đó cuộn dây không thuần cảm, còn điện trở R thay đổi được. Khi R biến thiên thấy có một giá trị làm $P_R = P_{Rmax}$, lúc đó $U = 1{,}5U_R$. Hệ số công suất của mạch bằng

A. 0,67. **B.** 0,75. **C.** 0,5. **D.** 0,71.

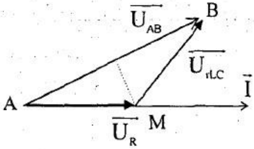
Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo kết quả ví dụ trên $P_R = P_{R\max} \Leftrightarrow R = Z_{rLC}$

$\Rightarrow U_R = U_{rLC}$

Từ giản đồ véc tơ cho ta:

$\cos\varphi = \dfrac{0{,}5U}{U_R} = \dfrac{0{,}5.1{,}5U_R}{U_R} = 0{,}75$



$\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 30: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cuộn dây không thuần cảm có điện trở thuần r, điện trở R thay đổi được. Khi $R = R_1$ hoặc $R = R_2$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng nhau. Điều kiện của R để công suất trong mạch đạt giá trị cực đại là:

A. $R = \sqrt{(R_1-r)(R_2-r)} - r$. **B.** $R = \sqrt{(R_1+r)(R_2+r)} - r$.

C. $R = \sqrt{2(R_1+R_2)r} - r$. **D.** $R = \sqrt{(R_1-r)(R_2-r)} + r$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất của mạch $P = I^2(R+r) = \dfrac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}(R+r)$

$$\Rightarrow\ P(R+r)^2 - U^2(R+r) + P(Z_L - Z_C)^2 = 0$$

Theo định lí Vi–ét thì: $(R_1+r).(R_2+r) = \dfrac{c}{a} = \dfrac{P(Z_L - Z_C)^2}{P} = (Z_L - Z_C)^2$ (1)

+ Mặt khác theo bất đẳng thức Côsi: $P = \dfrac{U^2}{(R+r) + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)}} \le \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

$$\Rightarrow P = P_{max} \Leftrightarrow (R+r) = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)} \Rightarrow (R+r)^2 = (Z_L - Z_C)^2 \quad (2)$$

+ Từ (1) và (2) ta có $(R+r)^2 = (R_1+r).(R_2+r)$

$\Rightarrow R = \sqrt{(R_1+r).(R_2+r)} - r$ $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 31: Mạch điện gồm một biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây không thuần cảm $r = 10\ \Omega$ và tụ điện C. Thay đổi R ta thấy với hai giá trị $R_1 = 15\Omega$ và $R_2 = 39\Omega$ thì mạch tiêu thụ công suất như nhau. Để công suất tiêu thụ trên mạch đạt cực đại thì R bằng

A. 25 Ω. **B.** 27 Ω. **C.** 32 Ω. **D.** 36 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với $R = \sqrt{(R_1+r).(R_2+r)} - r$ thay số được $R = 25\,\Omega$ $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, R thay đổi được, cuộn dây không thuần cảm có điện trở r. Khi $R_1 = 20\Omega$ hoặc $R_2 = 110\Omega$ thì công suất trong mạch như nhau. Khi $R = 50\Omega$ thì công suất mạch cực đại. Điện trở thuần r của cuộn dây là

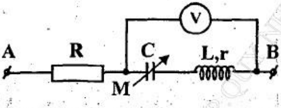
A. 15Ω. **B.** 20Ω. **C.** 10Ω. **D.** 8Ω.

Bài toán 2: Đặt điện áp 200 V – 50 Hz vào đoạn mạch R(Lr)C, trong đó $r = 40\Omega$, $Z_L = 60\ \Omega$, $Z_C = 80\ \Omega$ và biến trở R thuộc $0 \le R < \infty$. Khi thay đổi R thì công suất của mạch cực đại bằng

A. 1000 W. **B.** 144 W. **C.** 800 W. **D.** 125 W.

Câu 32: Cho mạch điện có $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$ với tụ điện C biến thiên, thấy rằng khi $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$ thì vôn kế chỉ giá trị nhỏ nhất. Giá trị của L là

A. $\frac{1}{\pi}$ (H)
B. $\frac{2}{\pi}$(H)
C. $\frac{3}{\pi}$(H)
D. $\frac{4}{\pi}$(H)



Hướng dẫn:

Số chỉ Vôn kế chính là điện áp trên đoạn mạch MB. Ta có:

$$U_{MN} = I.Z_{MN} = \frac{U}{Z}.Z_{MN} = \frac{U}{\sqrt{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}}.\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}$$

$$U_{MN} = \frac{U}{\sqrt{\frac{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}{r^2+(Z_L-Z_C)^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1+\frac{R^2+2Rr}{r^2+(Z_L-Z_C)^2}}}$$

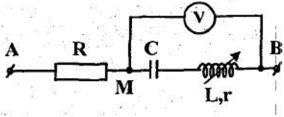
Ta thấy U_{MN} nhỏ nhất khi $\left[1+\frac{R^2+2Rr}{r^2+(Z_L-Z_C)^2}\right]$ lớn nhất, muốn vậy

$r^2+(Z_L-Z_C)^2$ phải nhỏ nhất, điều này xảy ra khi $(Z_L-Z_C)^2 = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C$

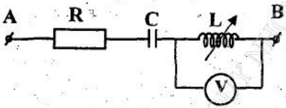
$\Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{\pi}H \Rightarrow$ Chọn A.

Chú ý: Gặp mạch R, C, (L,r) trong đó L biến thiên. Khi điện áp trên mạch chứa C, (L,r) nhỏ nhất, làm tương tự cũng có $Z_L = Z_C$. Lúc này điện áp nhỏ nhất đạt được là: $U_{rLCmin} = I.Z_{MN} = \frac{U}{Z}.Z_{MN} = \frac{U}{R+r}.r$

Bài tập vận dụng: Cho mạch điện xoay chiều có $u_{AB} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$. Cuộn dây không thuần cảm có $r = 25\,\Omega$ và L biến thiên. Biết điện trở $R = 50\,\Omega$, tụ $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$. Tìm số chỉ nhỏ nhất của vôn kế và giá trị của L khi đó? Hãy cho biết công suất tiêu thụ của mạch lúc đó là lớn nhất hay nhỏ nhất?



Ví dụ 33: Cho đoạn mạch xoay chiều gồm ba phần tử: Điện trở R, tụ điện C và cuộn dây thuần cảm L mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được.



Biết hiệu điện thế giữa hai đầu mạch AB là $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(V), $R = 100\ \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F, vôn kế lí tưởng. Khi thay đổi L, thấy có một giá trị làm cho vôn kế chỉ cực đại, giá trị đó của L là

A. $\frac{2,5}{\pi}$ H. **B.** $\frac{1,5}{\pi}$ H. **C.** $\frac{\pi}{2,5}$ H. **D.** $\frac{\pi}{1,5}$ H.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán thuộc dạng L biến thiên cho U_L cực đại. Có nhiều cách giải cho loại bài toán này, sau đây là cách giải theo phương pháp đại số theo hướng biến đổi U_L theo hàm bậc hai rồi lấy cực trị là tọa độ đỉnh.

Số chỉ vôn kế chính là U_L.

Ta có $U_L = IZ_L = \frac{U}{Z}Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}Z_L = \frac{U}{\sqrt{\frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$

Vôn kế chỉ cực đại khi Y đạt cực tiểu.

Xét $Y = \frac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_L^2} = (R^2 + Z_C^2).\left(\frac{1}{Z_L}\right)^2 - 2Z_C.\left(\frac{1}{Z_L}\right) + 1$

⇒ đồ thị Y theo $\frac{1}{Z_L}$ là parabol có phần lõm hướng lên trên

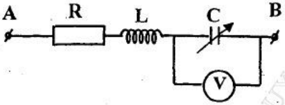
⇒ cực tiểu của Y ứng với tọa độ đỉnh, lúc đó $\frac{1}{Z_L} = -\frac{b}{2a} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2}$

$\Rightarrow Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = 250\ \Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{250}{100\pi} = \frac{2,5}{\pi}$ H ⇒ *Đáp án A.*

Chú ý: Các em nên nhớ kết quả $\boxed{Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}}$ và $\boxed{U_{L_{max}} = U\frac{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}}$ để giải quyết các bài toán xuôi ngược và tịnh tiến cho bài toán C biến thiên làm $U_{C_{max}}$.

Ví dụ 34: Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.

Cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H.



Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch AB có dạng $u = U\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V).

Khi cho tụ điện C biến thiên, thấy có một giá trị $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F làm số chỉ vôn kế cực đại bằng 150V. Giá trị điện trở R và điện áp hiệu dụng U của mạch lần lượt là

A. $R = 150\Omega$; $U = 75V$. **B.** $R = 100\Omega$; $U = 75\sqrt{2}V$.

C. $R = 100\Omega$; $U = 150V$. **D.** $R = 150\Omega$; $U = 200V$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán C biến thiên cho U_{Cmax} nhưng ở dạng ngược. Cũng tương tự như bài toán L biến thiên cho U_{Lmax}, dù sử dụng phương pháp đại số hay giản đồ vectơ, chúng ta đều thu được kết quả $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$ *và* $U_{C_{max}} = U\frac{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$. *Từ các biểu thức liên hệ này, ta sẽ rút ra được đại lượng cần tìm.*

+ Dễ dàng tính được cảm kháng $Z_L = 100\ \Omega$ và dung kháng $Z_C = 200\ \Omega$.

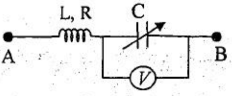
+ Từ $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \Rightarrow R = \sqrt{Z_C.Z_L - Z_L^2} = \sqrt{200.100 - 100^2} = 100\Omega$.

+ Từ $U_{C_{max}} = U\frac{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \Rightarrow U = \frac{U_{C_{max}}.R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{150.100}{\sqrt{100^2 + 100^2}} = 75\sqrt{2}V$.

⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch có dạng $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Cuộn dây không thuần cảm $L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$ H, $R = 100\ \Omega$. Cho C thay đổi, số chỉ cực đại của vôn kế có thể đạt được là



A. 200 V. **B.** 150 V. **C.** 100 V. **D.** 250 V.

Bài toán 2: Cho đoạn mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Cho biết $R = 60\Omega$, cuộn dây thuần cảm, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U_0\cos 100\pi t$. Khi thay đổi L đến giá trị $L = \frac{1{,}25}{\pi}$ H thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại. Tìm giá trị điện dung của C của tụ điện?

A. $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{4{,}5\pi}$ F **B.** $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{4{,}5\pi}$ F

C. $C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F **D.** $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ F và $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$ F

Bài toán 3: Cho mạch điện RLC mắc nối tiếp, trong đó có tụ điện C thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$. Khi thay đổi điện dung của tụ điện để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại và bằng 2U. Quan hệ giữa Z_L và R là

A. $Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}}$. **B.** $Z_L = 2R$. **C.** $Z_L = R\sqrt{3}$. **D.** $Z_L = 3R$.

Bài toán 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (U không đổi, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng $U\sqrt{3}$. Điện trở R bằng

A. $10\ \Omega$ **B.** $20\sqrt{2}\ \Omega$ **C.** $10\sqrt{2}\ \Omega$ **D.** $20\ \Omega$

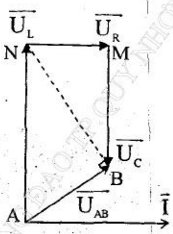
Ví dụ 35: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở thuần R và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi U_L, U_R và U_C lần lượt là các điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch NB (đoạn mạch NB gồm R và C). Hệ thức nào dưới đây là đúng?

A. $U^2 = U_R^2 + U_C^2 + U_L^2$. **B.** $U_C^2 = U_R^2 + U_L^2 + U^2$.

C. $U_L^2 = U_R^2 + U_C^2 + U^2$. **D.** $U_R^2 = U_C^2 + U_L^2 + U^2$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi bài toán cho độ lệch pha giữa các hiệu điện thế, ta nên giải quyết bài toán theo phương pháp giản đồ vectơ.



Giản đồ vectơ theo cách vẽ nối tiếp cho đoạn mạch LRC với các dữ kiện bài toán như hình vẽ.

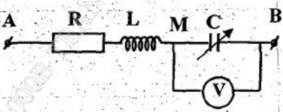
Theo định lí Pitago cho tam giác vuông BAN ta có: $U_L^2 = U^2 + U_{NB}^2$ (1)

Cũng từ định lí Pitago áp dụng cho tam giác vuông MNB ta lại có: $U_{NB}^2 = U_R^2 + U_C^2$ (2)

Từ (1) và (2) ta được: $U_L^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2$

⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 36: Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ. Cuộn dây thuần cảm.



Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch AB có dạng $u = 30\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)(V)$.

Khi cho tụ điện C biến thiên, thấy có một giá trị C làm số chỉ vôn kế cực đại và lúc đó thấy điện áp trên cuộn dây $U_L = 32$ V. Giá trị cực đại mà vôn kế chỉ là

A. 30 V. **B.** 40 V. **C.** 50 V. **D.** 60 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán C biến thiên cho U_{Cmax}, sử dụng phương pháp đại số hoặc phương pháp giản đồ vectơ đều cho kết quả $Z_C = \dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \Rightarrow U_C = \dfrac{U_R^2 + U_L^2}{U_L}$ *(1).*

Để khử U_R trong phương trình (1), có thể dùng một trong hai mối liên hệ sau:

$U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2$ *(Theo tính chất đoạn mạch RLC nối tiếp)*

$U_C^2 = U^2 + U_R^2 + U_L^2$ *(Theo giản đồ vectơ, khi U_{Cmax} thì $\overline{U}_{AB} \perp \overline{U}_{AM}$)*

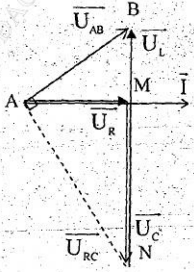
Muốn giải nhanh, ta sử dụng mối liên hệ thứ hai, từ mối liên hệ này có ngay $U_R^2 + U_L^2 = U_C^2 - U^2$ rồi thay vào (1) được: $U_C = \dfrac{U_C^2 - U^2}{U_L} \Rightarrow U_C^2 - U_L U_C - U^2 = 0$

$$\Rightarrow U_C^2 - 32U_C - 30^2 = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} U_C = -18 \\ U_C = 50 \end{array}\right. \Rightarrow U_C = 50\,V \Rightarrow$$ *Đáp án C.*

Ví dụ 37: Mạch điện xoay chiều gồm R, C, L ghép nối tiếp. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 100\sqrt{3}$ V vào hai đầu đoạn mạch. Khi L biến thiên, có một giá trị của L làm U_L^{max}, lúc đó thấy $U_C = 200$ V. Hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm đạt cực đại bằng

A. 100 V. **B.** 200 V. **C.** 300 V. **D.** $200\sqrt{3}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Đây là bài toán L biến thiên cho U_L^{max}, theo giản đồ vectơ thì lúc đó $\overrightarrow{U}_{RC} \perp \overrightarrow{U}$ nên $AB^2 = MB.NB$

$$\Rightarrow U^2 = (U_L - U_C).U_L$$

$$\Rightarrow U_L^2 - U_C U_L - U^2 = 0$$

Thay số: $U_L^2 - 200U_L - 3.10^4 = 0$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} U_L = -1 \\ U_L = 300 \end{array}\right. \Rightarrow U_L^{max} = 300\text{ V}$$

⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 30\sqrt{2}$ V vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Biết cuộn dây thuần cảm, có độ tự cảm L thay đổi được. Khi điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt giá trị cực đại thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện là 30V. Giá trị hiệu điện thế cực đại hai đầu cuộn dây là

A. 100V. **B.** 150V. **C.** 60V. **D.** 200V.

Bài toán 2: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp. Tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$F, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng là 100V, tần số dòng điện f = 50Hz. Khi $L = \frac{5}{4\pi}$H thì hiệu điện thế hiệu dụng trên cuộn dây đạt giá trị cực đại. Hỏi khi L thay đổi, công suất cực đại là bao nhiêu?

A. 100W. **B.** 200W. **C.** 400W. **D.** 50W.

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

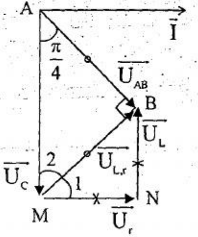
Bài toán 3: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm R, tụ C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại thì thấy giá trị cực đại đó bằng 100 V và điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện bằng 36 V. Giá trị của U là

A. 80 V. **B.** 136 V. **C.** 64 V. **D.** 48 V.

Ví dụ 38: Mạch điện xoay chiều gồm tụ điện và cuộn dây mắc nối tiếp. Điện trở thuần và cảm kháng của cuộn dây có giá trị bằng nhau. Điện áp ở hai đầu tụ điện là $40\sqrt{2}$ V và chậm pha so với điện áp của mạch là $\frac{\pi}{4}$. Điện áp của mạch có giá trị

A. 80 V. **B.** 60 V. **C.** $40\sqrt{2}$ V. **D.** 40 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:


A
$\vec{I}$
$\frac{\pi}{4}$
$\overrightarrow{U_{AB}}$
B
$\overrightarrow{U_L}$
2
$\overrightarrow{U_{L,r}}$
$\overrightarrow{U_C}$
1
N
M
$\overrightarrow{U_r}$

+ Vì $U_L = U_r$ nên ΔMNB vuông cân

$\Rightarrow \widehat{M_1} = \frac{\pi}{4}$

$\Rightarrow \widehat{M_2} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \Delta AMB$ vuông cân tại B

+ Theo Pitago ta có $U_C^2 = U_{AB}^2 + U_{Lr}^2 = 2U_{AB}^2$

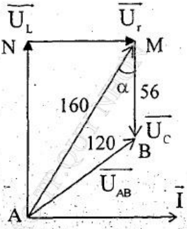
$\Rightarrow U_{AB} = \frac{U_C}{\sqrt{2}} = \frac{40\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 40V$

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 39: Điện áp đoạn mạch xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$. Mạch điện gồm cuộn dây không thuần cảm mắc nối tiếp tụ điện. Biết độ tự cảm cuộn dây là 0,1 H. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và tụ điện lần lượt là 160 V và 56 V. Điện trở thuần có giá trị

A. 7,5 Ω. **B.** 23,5 Ω. **C.** 40 Ω. **D.** 104 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:


$\overrightarrow{U_L}$
$\overrightarrow{U_r}$
N
M
α
56
160
120
$\overrightarrow{U_C}$
B
$\overrightarrow{U_{AB}}$
$\vec{I}$
A

Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ.

Áp dụng định lí hàm số cosin cho ΔAMB có:

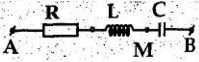
$$U^2 = U_{L,r}^2 + U_C^2 - 2U_{L,r}U_C.\cos\alpha$$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{U_{L,r}^2 + U_C^2 - U^2}{2U_{L,r}U_C} = \frac{160^2 + 56^2 - 120^2}{2.160.56} = 0,8$$

Trong ΔNAM có $\tan\alpha = \frac{U_r}{U_L} = \frac{I.r}{I.Z_L} = \frac{r}{Z_L}$

$\Rightarrow r = Z_L.\tan\alpha = \omega L.\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \omega L.\frac{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cos\alpha} = 23,5\ \Omega \Rightarrow$ *Đáp án B.*

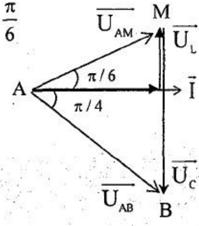
Ví dụ 40: Mạch điện như hình vẽ.



So với cường độ dòng điện, điện áp ở hai đầu đoạn mạch AB lệch pha góc φ_{AB} với $\cos\varphi_{AB} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, còn điện áp ở hai đầu đoạn mạch AM lệch pha góc với $\cos\varphi_{AM} = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Nếu pha ban đầu của dòng điện là 15^0 thì pha ban đầu của điện áp ở hai đầu đoạn mạch AB là

A. -45^0. **B.** -30^0. **C.** 45^0. **D.** 30^0.

Phân tích và hướng dẫn giải:


M
$\overline{U_{AM}}$
$\overline{U_L}$
π / 6
A
$\vec{I}$
π / 4
$\overline{U_C}$
$\overline{U_{AB}}$
B

Vì $\cos\varphi_{AM} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ và đoạn mạch AM chỉ có RL nên $\varphi_{AM} = \frac{\pi}{6}$

Từ $\cos\varphi_{AB} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi_{AB} = \pm\frac{\pi}{4}$.

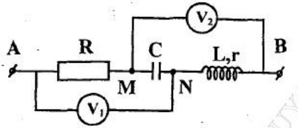
Do $|\varphi_{AB}| > |\varphi_{AM}|$ và từ M đến B chỉ còn tụ điện C nên chỉ có thể lấy $\varphi_{AB} = -\frac{\pi}{4}$.

Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ.

Vì $\varphi_{AB} = \varphi_{u_{AB}} - \varphi_i$ nên $\varphi_{u_{AB}} - \varphi_i = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_{u_{AB}} = \varphi_i - \frac{\pi}{4} = 15^0 - 45^0 = -30^0$

$\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 41: Cho mạch điện như hình vẽ. Điện trở $R = 80\,\Omega$, các vôn kế có điện trở rất lớn. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u_{AB} = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$ thì dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng $\sqrt{3}$ (A). Hiệu điện thế tức thời hai đầu các vôn kế lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$, số chỉ của vôn kế V_2 là $80\sqrt{3}$ (V). Tìm L, C, r và số chỉ của vôn kế V_1?



Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: *Sử dụng phương pháp đại số*

$$+\ \text{Từ}\ \begin{cases} Z_{AB} = \dfrac{U_{AB}}{I} \\ Z_{MB} = \dfrac{U_{V2}}{I} \\ \tan\varphi_{AN}.\tan\varphi_{MB} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{(80+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{240}{\sqrt{3}} \\ \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{80\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ \dfrac{-Z_C}{80}.\dfrac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r = 40\,(\Omega) \\ Z_L = \dfrac{200}{\sqrt{3}}\,(\Omega) \\ Z_C = \dfrac{80}{\sqrt{3}}\,(\Omega) \end{cases}$$

$$\Rightarrow r = 40\,\Omega,\ L = \frac{2}{\sqrt{3}\pi}\ \text{H},\ C = \frac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}\ \text{F};\ \text{Số chỉ của } V_1\text{: } U_{V1} = I.Z_{AN} = 160\ \text{V}.$$

Cách 2: *Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ.* Với $U_R = I.R = 80\sqrt{3}\ (V)$ áp dụng định lí hàm số cosin cho tam giác thường ABM ta có:

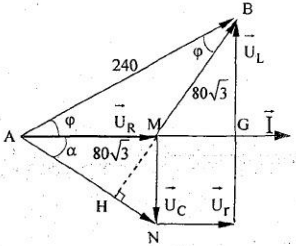
$$\cos\varphi = \frac{AB^2 + AM^2 - MB^2}{2.AB.AM} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = 30^0$$

$\Rightarrow$ Góc $BAH = 90^0 - ABH = 60^0$

và $\alpha = 60^0 - \varphi = 30^0$

+ Xét ΔAMN vuông tại M ta có:

$$\begin{cases} U_C = MN = AM\tan 30^0 = 80\,(V) \\ U_{V1} = AN = \dfrac{AM}{\cos 30^0} = 160\,(V) \end{cases}$$



+ Xét ΔABG vuông tại G có: $U_L = U_C + GB = U_C + AB.\sin\varphi = 200\,(V)$.

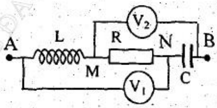
DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_L = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{200}{\sqrt{3}}(\Omega) = 100\pi L \Rightarrow L = \dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}(H) \\ Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{80}{\sqrt{3}}(\Omega) = \dfrac{1}{100\pi C} \Rightarrow C = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(F) \end{cases}$$

và $r = \dfrac{U_r}{I} = \dfrac{AG - AM}{I} = \dfrac{AB.\cos\varphi - AM}{I} = 40(\Omega)$.

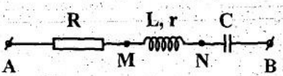
Số chỉ vôn kế V_1 là $U_{V1} = I.Z_{AN} = 160$ V.

Bài tập vận dụng: Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ, cuộn dây thuần cảm. Số chỉ các vôn kế (V_1), (V_2) lần lượt là U_1 = 80V; U_2 = 60V. Biết hiệu điện thế tức thời u_{AN} biến thiên lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ với hiệu điện thế tức thời u_{MB}. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu điện trở thuần R là



A. 96V **B.** 140V **C.** 48V **D.** 100V

Ví dụ 42: Cho mạch điện như hình vẽ. Giá trị của các phần tử trong mạch $L = \dfrac{1}{\pi}(H), C = \dfrac{50}{\pi}(\mu F), R = 2r.$ Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch $u = U_0\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{12}\right)(V)$. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là 200V và hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm MN lệch pha so với hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm AB là $\dfrac{\pi}{2}$. Xác định các giá trị U_0, R, r và viết biểu thức dòng điện trong mạch?



Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: *Sử dụng phương pháp đại số*

+ Có ngay $Z_L = 100\ \Omega$ và $Z_C = 200\ \Omega$. Vì hiệu điện thế tức thời giữa hai đoạn mạch lệch nhau $\dfrac{\pi}{2}$ nên: $\tan\varphi_{MN}.\tan\varphi_{AB} = -1$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_L}{r}.\frac{Z_L - Z_C}{R + r} = -1 \Leftrightarrow \frac{100}{r}.\frac{100 - 200}{2r + r} = -1 \Rightarrow r = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega), R = 2r = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

+ Cường độ hiệu dụng: $I = \dfrac{U_{AN}}{Z_{AN}} = \dfrac{U_{AN}}{\sqrt{(R+r)^2 + Z_L^2}} = \dfrac{200}{\sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2 + 100^2}} = 1\,(A)$.

+ Lúc đó: $U_{AB} = I.Z_{AB} = I\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 200\,(V) \Rightarrow U_0 = 200\sqrt{2}\,(V)$

+ Độ lệch pha φ_{AB} giữa u_{AB} so với dòng điện được tính:

$$\tan\varphi_{AB} = \frac{Z_L - Z_C}{R+r} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{AB} = -\frac{\pi}{6}$$

Mặt khác $\varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi_{AB} = \dfrac{\pi}{12} - \left(-\dfrac{\pi}{6}\right) = \dfrac{\pi}{3}$

+ Vậy, biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)(A)$.

Cách 2: *Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ.*

+ Dễ thấy M là trực tâm của ΔABN.

+ Ngoài ra vì $Z_C = 2Z_L \Rightarrow U_C = 2U_L \Rightarrow NO = OB$. Do đó, AO là đường trung tuyến của ΔABN.

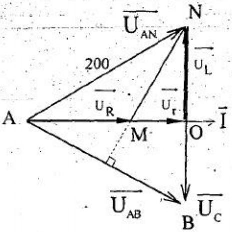
Lại có $R = 2r \Rightarrow U_R = 2U_r \Rightarrow MO = \dfrac{1}{3}AO$.

Chứng tỏ M còn là trọng tâm của ΔABN.

+ Vì M vừa là trọng tâm vừa là trực tâm của ΔABN, nên suy ra ΔABN đều

$\Rightarrow U_{AB} = U_{NB} = U_{AN} = 200\,(V)$.

nên $U_0 = U_{AB}\sqrt{2} = AB\sqrt{2} = 200\sqrt{2}\,(V)$



+ Cường độ hiệu dụng: $I = \dfrac{U_C}{Z_C} = \dfrac{NB}{Z_C} = \dfrac{200}{200} = 1\,(A)$

+ Từ giản đồ tính được: $U_R = \dfrac{2}{3}AO = \dfrac{2}{3}.200\sin60^0 = \dfrac{200}{\sqrt{3}}\,(V)$

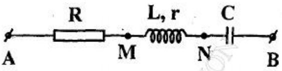
$$\Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega),\ r = \frac{R}{2} = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

+ Từ giản đồ, dễ dàng nhận thấy i_{AB} sớm pha hơn u_{AB} một góc $\dfrac{\pi}{6}$.

+ Vậy, biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)(A)$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 43: Cho mạch điện như hình vẽ bên.



Điện trở thuần $R = 120\sqrt{3}\,(\Omega)$,

cuộn dây có điện trở thuần $r = 30\sqrt{3}\,(\Omega)$.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u_{AB} = U_0\cos 100\pi t\,(V)$, hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm A, N là $U_{AN} = 300\,(V)$, và giữa hai điểm M, B là $U_{MB} = 60\sqrt{3}\,(V)$. Hiệu điện thế tức thời u_{AN} lệch pha so với u_{MB} là $\pi/2$. Xác định U_0, độ tự cảm L, tụ điện C. Viết biểu thức dòng điện trong mạch?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Cách 1: *Sử dụng phương pháp đại số*

$$+\text{ Từ }\begin{cases} Z_{AN} = \dfrac{U_{AN}}{I} \\ Z_{MB} = \dfrac{U_{MB}}{I} \\ \tan\varphi_{AN}.\tan\varphi_{MB} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L)^2} = \dfrac{U_{AN}}{I} \\ \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{U_{MB}}{I} \\ \dfrac{Z_L}{R+r}.\dfrac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L)^2}}{\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U_{AN}}{U_{MB}} \\ \dfrac{Z_L}{R+r}.\dfrac{Z_L - Z_C}{r} = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\sqrt{\left(150\sqrt{3}\right)^2 + (Z_L)^2}}{\sqrt{\left(30\sqrt{3}\right)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{300}{60\sqrt{3}} \\ \dfrac{Z_L}{150\sqrt{3}}.\dfrac{Z_L - Z_C}{30\sqrt{3}} = -1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_L = 150\,(\Omega) \\ Z_C = 240\,(\Omega) \end{cases} \Rightarrow \left(I = \dfrac{U_{AN}}{Z_{AN}} = 1\,(A);\ L = \dfrac{1,5}{\pi}\,(H);\ C = \dfrac{10^{-3}}{24\pi}\,(F) \right)$$

+ Ta có $U_0 = I.Z_{AB}\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{\left(150\sqrt{3}\right)^2 + (90)^2} = 60\sqrt{42}\ (V)$

+ Độ lệch pha φ_{AB} giữa u_{AB} so với dòng điện được tính:

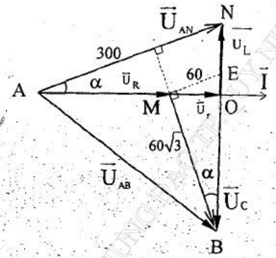
$$\tan\varphi_{AB} = \frac{Z_L - Z_C}{R+r} = \frac{150 - 240}{120\sqrt{3} + 30\sqrt{3}} = -\frac{\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \varphi_{AB} \approx -0,106\pi$$

Mặt khác $\varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi_{AB} = 0 - (-0,106\pi) = 0,106\pi$

Vậy biểu thức dòng điện là $i = \sqrt{2}\sin(100\pi t + 0,106\pi)\,(A)$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 - 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Cách 2: *Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ.*



+ Vì $R = 4r$ nên $U_R = 4U_r \Rightarrow MO = \frac{1}{5}AO$

+ Kẻ $ME // AN \Rightarrow ME = \frac{1}{5}AN = 60\ (V)$

+ Xét ΔMBE: $\tan\alpha = \frac{ME}{MB} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = 30^0$.

+ Xét $\Delta MOB: OB = MB\cos\alpha = 90(V)$

+ Xét $\Delta AOB: \begin{cases} U_L = ON = AN\sin\alpha = 150\ (V) \\ OA = AN\cos\alpha = 150\sqrt{3}\ (V) \end{cases}$

$\Rightarrow U_r = \frac{OA}{5} = 30\sqrt{3}\ (V) \Rightarrow I = \frac{U_r}{r} = 1(A)$

$U_L = 150\ (V) \Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = 150\ (\Omega) = 100\pi L \Rightarrow L = \frac{1,5}{\pi}\ (H)$

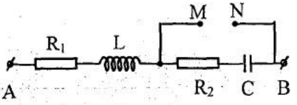
$U_C = OB + U_L = 240\ (V) \Rightarrow Z_C = 240\ (\Omega) \Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{24\pi}\ (F)$

+ $U_0 = U_{AB}\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{AO^2 + OB^2} = 60\sqrt{42}\ (V)$

+ Độ lệch pha u_{AB} so với i: $\tan\varphi_{AB} = \frac{Z_L - Z_C}{R + r} = -\frac{\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \varphi_{AB} \approx -0,106\pi$

+ Biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2}\sin(100\pi t + 0,106\pi)\ (A)$

Ví dụ 44: Cho mạch điện như hình vẽ trong đó cuộn dây thuần cảm. Điện áp hai đầu mạch $u_{AB} = U_0\cos 100\pi t (V)$.



+ Khi mắc ampe kế lí tưởng vào hai điểm M, N thì ampe kế chỉ 0,3A, dòng điện trong mạch lệch pha 60^0 so với u_{AB} và công suất toả nhiệt trong mạch là 18W.

+ Khi thay ampe kế trên bằng vôn kế lí tưởng thì vôn kế chỉ 60V, hiệu điện thế trên vôn kế trễ pha 60^o so với u_{AB}.

Tìm U_0, R_1, R_2, L và C?

Phân tích và hướng dẫn giải:

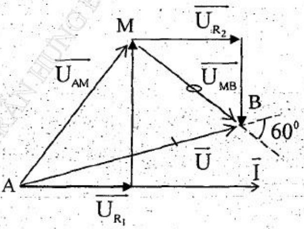
+ Khi mắc ampe kế lí tưởng vào M, N thì đoạn mạch chứa R_2 và C bị nối tắt, mạch AB chỉ còn lại R_1 nối tiếp L.

Từ $P = UI\cos\varphi \Rightarrow U = \dfrac{P}{I\cos\varphi} = \dfrac{18}{0,3.\cos 60^0} = 120(V) \Rightarrow U_0 = 120\sqrt{2}(V)$

Mặt khác: $P = I^2R_1 = 18 \Rightarrow R_1 = \dfrac{P}{I^2} = \dfrac{18}{0,3^2} = 200(\Omega)$.

Từ: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R_1} \Rightarrow Z_L = R_1\tan\varphi = 200\sqrt{3}(\Omega) \Rightarrow L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{200\sqrt{3}}{100\pi} = \dfrac{2\sqrt{3}}{\pi}(H)$

+ Khi thay ampe kế trên bằng vôn kế lí tưởng thì mạch có đầy đủ 4 phần tử, đọc đề thấy bài toán có dữ kiện hai điện áp lệch nhau góc 60^0 nên ta sẽ dùng giản đồ vecto để giải. Áp dụng định lí hàm số cosin trong tam giác AMB ta có:



$U_{AM} = \sqrt{U^2 + U_{MB}^2 - 2UU_{MB}\cos MBA}$

Thay số được $U_{AM} = 60\sqrt{3}(V)$

Cường độ dòng điện lúc này

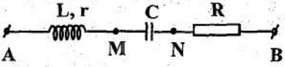
$$I' = \frac{U_{AM}}{Z_{AM}} = \frac{U_{AM}}{\sqrt{R_1^2 + Z_L^2}} = \frac{60\sqrt{3}}{\sqrt{(200)^2 + (200\sqrt{3})^2}} = 0,15\sqrt{3}(A)$$

và ta có hệ: $\begin{cases} Z_{MB} = \sqrt{R_2^2 + Z_c^2} = \dfrac{U_{MB}}{I'} = \dfrac{60}{0,15\sqrt{3}} = \dfrac{400}{\sqrt{3}}(\Omega) \\ Z_{AB} = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (Z_L - Z_c)^2} = \dfrac{U}{I'} = \dfrac{120}{0,15\sqrt{3}} = \dfrac{800}{\sqrt{3}}(\Omega) \end{cases}$

từ đó thu được $\begin{cases} R_2 = 200(\Omega) \\ Z_C = \dfrac{200}{\sqrt{3}}(\Omega) \Rightarrow C = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-4}}{2\pi}(F) \end{cases}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $u = U_0\cos 100\pi t\,(V)$, $U_{MN} = 120$ V, u_{AM} lệch pha so với u_{MN} là 140^0; u_{AM} lệch pha so với u_{MB} là 110^0; u_{AM} lệch pha so với u_{AB} là 90^0. Cho $R = 40\sqrt{3}\ \Omega$. Hãy viết u_{NB} và tính r, L, C.



DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 2: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)* Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM có điện trở thuần 50Ω mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có $L = \frac{1}{\pi}$ H, đoạn mạch MB chỉ có tụ điện với điện dung thay đổi được. Đặt điện áp $u = U_0\cos100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB. Điều chỉnh C đến giá trị C_1 sao cho điện áp hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của C_1 bằng

A. $\frac{4.10^{-5}}{\pi}$F. **B.** $\frac{8.10^{-5}}{\pi}$F. **C.** $\frac{2.10^{-5}}{\pi}$F. **D.** $\frac{10^{-5}}{\pi}$F.

Ví dụ 45: Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R_1 mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đặt điện áp xoay chiều có tần số và giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch AB. Khi đó đoạn mạch AB tiêu thụ công suất bằng 120 W và có hệ số công suất bằng 1. Nếu nối tắt hai đầu tụ điện thì điện áp hai đầu đoạn mạch AM và MB có cùng giá trị hiệu dụng nhưng lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$, công suất tiêu thụ trên đoạn mạch AB trong trường hợp này bằng

A. 180 W. **B.** 160 W. **C.** 90 W. **D.** 75 W.

Phân tích và hướng dẫn giải:

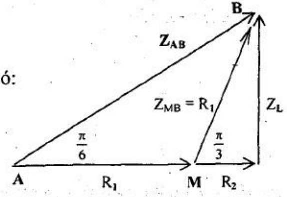
Khi chưa nối tắt hai đầu tụ điện, mạch có cộng hưởng điện nên:

$$P_{max} = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = 120 \Leftrightarrow U^2 = 120(R_1 + R_2)(a)$$

Khi nối tắt hai đầu tụ điện, theo giản đồ véc tơ có:

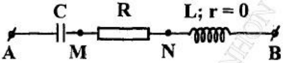
$$R_2 = Z_{MB}.\cos\frac{\pi}{3} = \frac{R_1}{2} \Rightarrow (R_1 + R_2) = 3R_2\,(b)$$

$$Z_{AB} = \frac{R_1 + R_2}{\cos\frac{\pi}{6}} = \frac{6R_2}{\sqrt{3}}\,(c)$$



Thay (a); (b); (c) vào biểu thức tính công suất tiêu thụ trên toàn mạch AB khi này ta được: $P = \frac{U^2}{Z}.\cos\varphi = \frac{120.3R_2}{\frac{6R_2}{\sqrt{3}}}.\frac{\sqrt{3}}{2} = 90(W)$

Ví dụ 46: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Biết điện áp trên các đoạn mạch



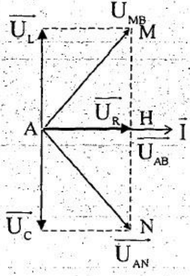
$u_{AN} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V).

$u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V).

$u_{AB} = U_0\cos(100\pi t + \varphi_u)$ (V). Hãy chọn giá trị đúng của φ_u ?

A. 0. **B.** $-\frac{\pi}{3}$. **C.** $\frac{\pi}{3}$. **D.** $\frac{\pi}{6}$.

Phân tích và hướng dẫn giải:


$\overrightarrow{U_{MB}}$
$\overrightarrow{U_L}$
M
$\overrightarrow{U_R}$
H
A
$\vec{I}$
$\overrightarrow{U_{AB}}$
$\overrightarrow{U_C}$
N
$\overrightarrow{U_{AN}}$

Biểu thức của u_{AN} và u_{MB} cho ta biết:

+ Độ lệch pha giữa chúng là $\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{2\pi}{3}$ nên $\overline{U_{MB}}$ hợp với $\overline{U_{AN}}$ góc $\frac{2\pi}{3}$

+ Chúng có cùng biên độ, chúng đều chứa phần tử R nên $U_L = U_C \Rightarrow \overline{U_{AB}}$ *trùng với* $\overline{U_R}$.

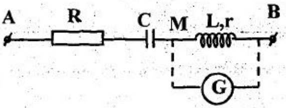
Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ.

Nhận thấy $\overline{U_{AB}}$ là phân giác của góc NAM

$\Rightarrow$ Góc HAM bằng $\frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow \varphi_{u_{MB}} - \varphi_{u_{AB}} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \varphi_{u_{AB}} = \varphi_{u_{MB}} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 47: Đặt điện áp giữa hai đầu mạch AB là $u = 120\sqrt{2}\cos\omega t$ (V). Khi G là ampe kế lí tưởng thì nó chỉ $\sqrt{3}$ A. Khi thay G bằng vôn kế lí tưởng thì nó chỉ 60 V, lúc đó điện áp giữa hai đầu MB lệch pha 60^0 so với điện áp giữa hai đầu AB. Tổng trở của cuộn dây là



A. 40 Ω. **B.** $40\sqrt{3}$ Ω. **C.** $20\sqrt{3}$ Ω. **D.** 60 Ω.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi G là ampe kế lí tưởng thì cuộn dây bị nối tắt, mạch chỉ còn RC nên

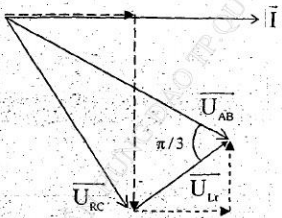
$$\sqrt{R^2+Z_C^2}=\frac{U}{I}=\frac{120}{\sqrt{3}}=40\sqrt{3}\ \Omega$$

+ Khi G là vôn kế lí tưởng, mạch có đầy đủ 3 phần tử RLC

Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số cosin ta có

$$U_{RC}^2=U_{AB}^2+U_{Lr}^2-2U_{AB}U_{Lr}\cos 60^0$$

$$\Rightarrow U_{RC}=60\sqrt{3}$$



Dòng điện lúc này $I'=\frac{U_{RC}}{Z_{RC}}=\frac{60\sqrt{3}}{40\sqrt{3}}=1{,}5A$

$\Rightarrow Z_{Lr}=\frac{U_{Lr}}{I'}=\frac{60}{1{,}5}=40\Omega \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 48: Cho một mạch điện L, R, C nối tiếp theo thứ tự trên với cuộn dây thuần cảm. Biết $L=\frac{1{,}0}{\pi}$ H, $C=\frac{2.10^{-4}}{\pi}$ F, R thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u_{AB}=U_0.\cos100\pi t$ (V). Để u_C chậm pha $\frac{2\pi}{3}$ so với u_{AB} thì giá trị điện trở

A. $R=50\ \Omega$. **B.** $R=50\sqrt{3}\Omega$. **C.** $R=100\ \Omega$. **D.** $R=\frac{50\sqrt{3}}{3}\Omega$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $\omega=100\pi$ rad/s, $Z_L=\omega.L=100\ \Omega$, $Z_C=\frac{1}{\omega.C}=50\ \Omega$

Cách 1: ◆ Ta biết rằng u_C luôn chậm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i (1)

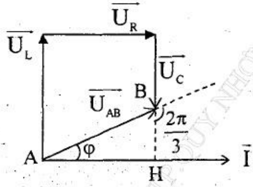
◆ Theo đề ra u_C chậm pha $\frac{2\pi}{3}$ so với u_{AB} (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow u_{AB}$ nhanh pha hơn i góc $\varphi=\frac{2\pi}{3}-\frac{\pi}{2}=\frac{\pi}{6}$

◆ Do $\tan\varphi=\frac{Z_L-Z_C}{R}\Rightarrow R=\frac{Z_L-Z_C}{\tan\varphi}=\frac{100-50}{\tan\frac{\pi}{6}}=50\sqrt{3}\ \Omega \Rightarrow$ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Cách 2: Theo giản đồ vectơ thấy ngay $\varphi = \frac{\pi}{6}$.


$\overrightarrow{U_R}$
$\overrightarrow{U_L}$
$\overrightarrow{U_C}$
$\overrightarrow{U_{AB}}$
B
$\frac{2\pi}{3}$
A
φ
H
$\vec{I}$

Trong tam giác vuông HAB có:

$$\tan\varphi = \frac{HB}{HA} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{Z_L - Z_C}{\tan\varphi} = \frac{100-50}{\tan\frac{\pi}{6}} = 50\sqrt{3}\ \Omega$$

Ví dụ 49: Cho một mạch điện LRC nối tiếp theo thứ tự trên với cuộn dây thuần cảm. Biết R thay đổi được, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức: $u = U_0.\cos 100\pi t$ (V). Để u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{RC} thì

A. $R = 50\ \Omega$. **B.** $R = 100\,\Omega$. **C.** $R = 100\sqrt{2}\ \Omega$. **D.** $R = 100\sqrt{3}\ \Omega$.

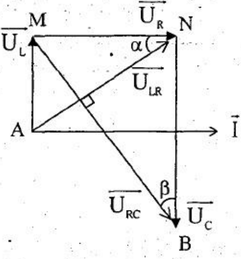
Phân tích và hướng dẫn giải:

$\omega = 100\pi$ rad/s, $Z_L = \omega.L = 100\ \Omega$, $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = 200\ \Omega$

Cách 1: Vì u_{RL} vuông pha so với u_{RC}

$$\Rightarrow \tan\varphi_{RL}.\tan\varphi_{RC} = -1 \Rightarrow \frac{Z_L}{R}.\left(\frac{-Z_C}{R}\right) = -1$$

$\Rightarrow R = \sqrt{Z_L.Z_C} = 100\sqrt{2}\ \Omega \Rightarrow$ *Đáp án C.*


M
$\overrightarrow{U_R}$
N
$\overrightarrow{U_L}$
α
$\overrightarrow{U_{LR}}$
A
$\vec{I}$
β
$\overrightarrow{U_{RC}}$
$\overrightarrow{U_C}$
B

Cách 2: Vì u_{RL} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{RC} nên trên giản đồ vectơ thì $\overrightarrow{U_{LR}} \perp \overrightarrow{U_{RC}} \Rightarrow \alpha = \beta$ (góc có cạnh tương ứng vuông góc) $\Rightarrow$ tanα = tanβ

Trong tam giác vuông MAN có $\tan\alpha = \frac{U_L}{U_R} = \frac{Z_L}{R}$

Trong tam giác vuông NMB có $\tan\beta = \frac{U_R}{U_C} = \frac{R}{Z_C}$

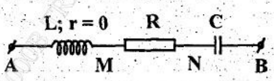
$$\Rightarrow \frac{Z_L}{R} = \frac{R}{Z_C} \Rightarrow R = \sqrt{Z_L.Z_C} = 100\sqrt{2}\ \Omega$$

Chú ý:

+ Vì bài toán trên có sự vuông pha (hai vectơ vuông góc) nên sử dụng phương trình $\tan\varphi_{RL}.\tan\varphi_{RC} = -1$ *ở cách 1 cho kết quả nhanh hơn, tuy nhiên nếu gặp bài toán với độ lệch pha bất kì (khác* $\frac{\pi}{2}$*) thì phương pháp giản đồ vectơ ở cách 2 cho phép giải toán bằng hình học sẽ đơn giản và hiệu quả hơn rất nhiều.*

+ Thông thường thì biểu diễn các vectơ nối tiếp nhau như hệ thống các bài đã được trình bày sẽ cho hình vẽ đơn giản nên dễ nhìn và dễ giải quyết, tuy nhiên, ở một số mạch LRC mà có sự lệch pha bắt chéo ta lại nên vẽ chung gốc như bài toán ngay dưới đây, ở hình vẽ chung gốc đó, sử dụng tính chất $h^2 = b'.c'$ *trong tam giác vuông thì sẽ có ngay* $R = \sqrt{Z_L.Z_C}$ *!*

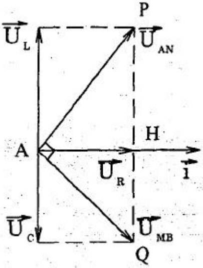
Ví dụ 50: Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ: Biết hiệu điện thế hiệu dụng trên các đoạn mạch $U_{AN} = 200V$, $U_{MB} = 150V$ và biểu thức hiệu điện thế của hai đoạn mạch này lệch nhau 90^0.



Cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Tìm điện trở R và độ tự cảm L?

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi R nằm giữa đoạn mạch và có sự vuông pha giữa hai hiệu điện thế, để bài toán đơn giản, ta biểu diễn giản đồ vectơ chung gốc như hình vẽ. Lúc đó, sử dụng tính chất $\frac{1}{h^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$ *trong tam giác vuông APQ ta có*



$\frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{U_{AN}^2} + \frac{1}{U_{MB}^2}$ Thay số $\frac{1}{U_R^2} = \frac{1}{150^2} + \frac{1}{200^2}$ ta được

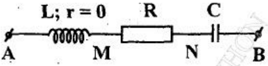
$U_R = 120$ V vậy $R = \frac{U_R}{I} = \frac{120}{2} = 60\ \Omega$

+ Theo định lí Pitago, trong tam giác vuông HAP ta có

$$U_L = \sqrt{U_{AN}^2 - U_R^2} = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160\ V$$

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{160}{2} = 80\ \Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{80}{100\pi} = \frac{0,8}{\pi}\ H$$

Ví dụ 51: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ.



Biết cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = I_0\cos 100\pi t$ (A). Điện áp trên đoạn mạch AN có dạng $u_{AN} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) và lệch pha 90^0 so với điện áp của đoạn mạch MB. Biểu thức điện áp u_{MB} và hệ số công suất của mạch là

A. $u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V); $\cos\varphi = \sqrt{\frac{5}{7}}$.

B. $u_{MB} = 100\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V); $\cos\varphi = \sqrt{\frac{2}{7}}$.

C. $u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V); $\cos\varphi = \sqrt{\frac{3}{7}}$.

D. $u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V); $\cos\varphi = \sqrt{\frac{6}{7}}$.

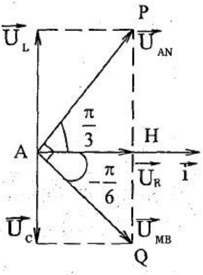
Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì điện áp trên đoạn mạch MB lệch pha 90^0 so với điện áp của đoạn mạch AN nên biểu thức có dạng $u_{MB} = U_{0MB}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0MB}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$

Trong tam giác vuông APQ có

$$U_{0MB} = U_{0AN}.\tan\hat{P} = 100\sqrt{2}.\tan\frac{\pi}{6} = 100\sqrt{\frac{2}{3}}\text{ V}$$

Vậy $u_{MB} = 100\sqrt{\frac{2}{3}}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\text{V}$ (1)


P
$\overrightarrow{U_L}$
$\overrightarrow{U_{AN}}$
$\frac{\pi}{3}$
H
A
$-\frac{\pi}{6}$
$\overrightarrow{U_R}$
$\overrightarrow{I}$
$\overrightarrow{U_C}$
$\overrightarrow{U_{MB}}$
Q

Cũng từ giản đồ vectơ, dễ dàng tính được:

$$U_R = U_{AN}.\cos\frac{\pi}{3} = 100.\frac{1}{2} = 50\text{V}$$

$$U_L = U_R.\tan\frac{\pi}{3} = 50\sqrt{3}\text{V};\ U_C = U_{MB}.\sin\frac{\pi}{6} = \frac{50}{\sqrt{3}}\text{V}$$

Lúc đó $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{U_R}{\sqrt{U_R^2 + \left[U_L - U_C\right]^2}} = \sqrt{\frac{3}{7}}$ (2)

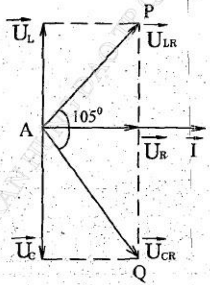
Từ (1) và (2) ⇒ *Đáp án C.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP QUY NHƠN

Ví dụ 52: Mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây thuần cảm, điện trở thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và điện trở là 100 V. Điện áp ở hai đầu điện trở và tụ điện là $100\sqrt{2}$ V. Giữa hai điện áp đó có độ lệch pha 105^0. Ngoài ra còn có $|U_L - U_C| = 27$ V. Điện áp ở hai đầu cuộn dây và tụ điện lần lượt là

A. 110 V và 83 V. **B.** 100 V và 127 V.
C. 83 V và 110 V. **D.** 127 V và 100 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Giản đồ vectơ của mạch điện như hình vẽ.

Áp dụng định lí hàm số cosin cho ΔAPQ có:

$$(U_L + U_C)^2 = U_{L,R}^2 + U_{C,R}^2 - 2U_{L,R}U_{C,R}.\cos\alpha$$

$$(U_L + U_C)^2 = 100^2 + \left(100\sqrt{2}\right)^2 - 2.100.100\sqrt{2}.\cos105^0$$

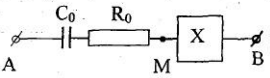
$$\Rightarrow U_L + U_C = 193 \text{ V} \ (1)$$

Theo đề ra và hình vẽ $\Rightarrow U_C > U_L$ nên biểu thức $|U_L - U_C| = 27$ V trở thành $U_C - U_L = 27$ V (2)

Từ (1) và (2) thu được $U_L = 83$ V và $U_C = 110$ V

⇒ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Đoạn mạch AB gồm C, R, L. Điểm M nằm giữa C và R. Điểm N nằm giữa R và L. Biết $U_{AN} = 150$V, $U_{MB} = 200$V, điện áp tức thời ở hai đoạn mạch AN và MB lệch nhau $98{,}13^0$. Hãy tính điện áp trên R?



Ví dụ 53: Cho một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai trong ba phần tử: Điện trở R, cuộn dây thuần cảm L, hoặc tụ C mắc nối tiếp. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu mạch và cường độ dòng điện trong mạch có dạng $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V), $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Hai phần tử đó là

A. R và L. **B.** R và C. **C.** L và C. **D.** Không tồn tại.

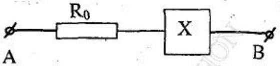
Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ lệch pha φ giữa u_{AB} và i là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{\pi}{6}$

Vì u chậm pha so với i $-\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$ nên hai phần tử đó là R và C ⇒ *Đáp án B.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 54: Cho mạch điện xoay chiều AB như hình vẽ.



Hộp kín X chứa một trong ba phần tử R, L, C. Biết hiệu điện thế u_{AB} nhanh pha $\frac{\pi}{3}$ so với dòng điện qua mạch. Mạch X chứa các phần tử nào?

A. L. **B.** C.

C. Không có khả năng này. **D.** R.

Phân tích và hướng dẫn giải:

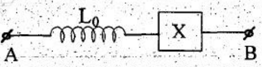
– Nếu hộp kín X chứa R thì hiệu điện thế u_{AB} sẽ cùng pha với dòng điện i.

– Nếu hộp kín X chứa C thì mạch AB gồm R_0, C sẽ làm hiệu điện thế u_{AB} chậm pha so với cường độ dòng điện i.

– Nếu hộp kín X chứa L thì mạch R_0, L sẽ cho u_{AB} nhanh pha so với i

⇒ *Đáp án A.*

Ví dụ 55: Cho mạch điện như hình vẽ.



X là hộp kín. Phương trình cường độ dòng điện qua mạch và hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là $i = I_0\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A), $u_{AB} = U_0\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V). X chứa những phần tử nào?

A. R, L và C. **B.** R và C. **C.** R và L. **D.** C.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Độ lệch pha φ giữa u_{AB} và i là $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{2}$

Vì u vuông pha so với i nên cả mạch AB sẽ không chứa R.

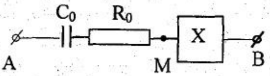
Cũng vì u chậm pha so với i nên mạch có tính dung kháng ⇒ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trên hình vẽ, X chứa hai trong ba phần tử R, L, C. Đặt vào hai đầu A, B một hiệu điện thế xoay chiều thì

$u_{AM} = U_{0AM}.\cos\left(\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ và

$u_{MB} = U_{0MB}.\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$. Hộp X chứa:



A. R và C. **B.** L và C. **C.** R và L. **D.** R và C hoặc L.

Bài toán 2: Đoạn mạch AM chứa tụ C_0 nối tiếp với đoạn mạch MB chứa hộp đen X. Biết hộp X chỉ chứa một trong ba phần tử: điện trở thuần, cuộn dây, tụ điện. Khi đặt vào hai đầu AB một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220V, người ta đo được $U_{AM} = 120V$ và $U_{MB} = 260V$. Hộp X chứa

A. cuộn dây không thuần cảm. **B.** điện trở thuần.

C. tụ điện. **D.** cuộn dây thuần cảm.

Bài toán 3: Đoạn mạch AM chứa R_0 nối tiếp với đoạn mạch MB chứa hộp đen X. Biết hộp X chỉ chứa một trong ba phần tử: điện trở thuần, cuộn dây, tụ điện. Khi đặt vào hai đầu AB một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V, người ta đo được $U_{AM} = 120V$ và $U_{MB} = 160V$. Hộp X chứa:

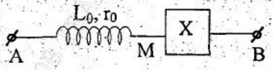
A. tụ điện hoặc cuộn dây thuần cảm. **B.** cuộn dây thuần cảm.

C. cuộn dây không thuần cảm. **D.** điện trở thuần.

Bài toán 4: Cuộn dây không thuần cảm $Z_{L_0} = 100\sqrt{3}\ \Omega,\ r_0 = 100\ \Omega$.

Đặt vào AB điện áp xoay chiều.

Tại thời điểm t_1 thì u_{AM} cực đại,



tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{T}{12}$ thì u_{MB} đạt cực đại. Hộp kín X chứa những phần tử nào?

A. L và C. **B.** R và C. **C.** R và L. **D.** L.

Để biết cách giải nhanh cho bài toán 4, có thể tham khảo sách: Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.

Ví dụ 56: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số 50 Hz. Khi $L = L_1 = \frac{3}{\pi}$ H hoặc $L = L_2 = \frac{1}{\pi}$ H thì dòng điện tức thời i_1, i_2 tương ứng đều lệch pha một góc $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch. Điện dung C của tụ trong mạch là

A. $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. B. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. **C.** $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$ F. **D.** $C = \frac{10^{-4}}{3\pi}$ F.

Phân tích và hướng dẫn giải:

♦ **Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.**

Theo đề ra $\varphi_1 = \pm\varphi_2$, nhưng vì $Z_{L_1} \neq Z_{L2}$ nên chỉ xét $\varphi_1 = -\varphi_2$

$$\Rightarrow \frac{Z_{L_1} - Z_C}{R} = -\frac{Z_{L_2} - Z_C}{R} \Rightarrow \boxed{Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}}$$

◆ **Thay số**

$\omega = 2\pi f = 2\pi.50 = 100\pi$ rad/s

Cảm kháng $Z_{L_1} = \omega L_1 = 100\pi\dfrac{3}{\pi} = 300\ \Omega$ và $Z_{L_2} = \omega L_2 = 100\pi\dfrac{1}{\pi} = 100\ \Omega$

Có $Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 200\ \Omega \Rightarrow C = \dfrac{10^{-4}}{2\pi}$ F $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

✍**Chú ý:**

+ Khi gặp bài toán L biến thiên, có 2 giá trị L₁, L₂ cho cùng một cường độ dòng điện, hoặc cho công suất tiêu thụ trong 2 trường hợp bằng nhau, hay bài toán trên là cho cùng độ lớn của sự lệch pha giữa u và i thì dung kháng Z_C *tính được bao giờ cũng bằng trung bình cộng của cảm kháng* Z_L *theo biểu thức* $Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}$

+ Tương tự, khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C₁, C₂ làm cho hoặc là $I_1 = I_2$ *hoặc* $P_1 = P_2$ *hay hoặc là* $|\varphi_1| = |\varphi_2|$ *thì cũng có:* $\boxed{Z_L = \dfrac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2}}$

Ví dụ 57: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Khi $L = L_1 = \dfrac{3\sqrt{3}}{\pi}$H hoặc $L = L_2 = \dfrac{\sqrt{3}}{\pi}$H thì cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau nhưng giá trị tức thời lệch pha nhau góc $\dfrac{2\pi}{3}$. Tính R, C?

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $\omega = 100\pi$ rad/s

$$Z_{L_1} = \omega L_1 = 100\pi\frac{3\sqrt{3}}{\pi} = 300\sqrt{3}\ \Omega \text{ và } Z_{L_2} = \omega L_2 = 100\pi\frac{\sqrt{3}}{\pi} = 100\sqrt{3}\ \Omega$$

Theo kết quả bài toán trên, ta có $Z_C = \dfrac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2} = 200\sqrt{3}\ \Omega$

$\Rightarrow C = \dfrac{10^{-4}}{2\pi\sqrt{3}}$ F

+ Cũng vì $\varphi_1 = -\varphi_2$ và 2 dòng điện i_1, i_2 lệch nhau $\frac{2\pi}{3}$ nên mỗi trường hợp, độ lớn của sự lệch pha giữa u và i chỉ bằng $\frac{2\pi}{3}:2 = \frac{\pi}{3}$

Sử dụng $\tan\varphi_1 = \frac{Z_{L_1} - Z_C}{R} \Rightarrow R = \frac{Z_{L_1} - Z_C}{\tan\varphi_1} = \frac{300\sqrt{3} - 200\sqrt{3}}{\tan\frac{\pi}{3}} = 100\Omega$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, trong đó C thay đổi được. Đặt vào 2 đầu đoạn mạch hiệu điện thế $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Khi $C = C_1 = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F hoặc $C = C_2 = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F thì công suất của mạch bằng nhau nhưng hai dòng điện tức thời lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{3}$. Tính R và L?

Bài toán 2: Mạch xoay chiều nối tiếp có tần số f = 50Hz gồm cuộn dây thuần cảm L, điện trở thuần R = 100 Ω và tụ điện C. Thay đổi điện dung ta thấy khi $C = C_1$ và $C = \frac{C_1}{2}$ thì mạch có cùng công suất nhưng cường độ dòng điện thì vuông pha với nhau. Độ tự cảm của cuộn dây L là

A. $L = \frac{2}{\pi}$H. **B.** $L = \frac{1}{\pi}$H. **C.** $L = \frac{3}{2\pi}$H. **D.** $L = \frac{3}{\pi}$H.

Ví dụ 58: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch AB là $U = 170V$, $R = 80\Omega$, $Z_C = 200\Omega$. Khi thay đổi L, thấy có hai giá trị của L để công suất tiêu thụ của mạch là 80 W. Cảm kháng ứng với hai giá trị đó là

A. 350Ω; 50Ω. **B.** 300Ω; 250Ω. **C.** 320Ω; 80Ω. **D.** 250Ω; 150Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $P = I^2R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}R \Rightarrow PR^2 + P(Z_L - Z_C)^2 = U^2R$

$\Rightarrow PZ_L^2 - 2PZ_CZ_L + PR^2 + PZ_C^2 - U^2R = 0$

Thay số: $80Z_L^2 - 2.80.200Z_L + 80.80^2 + 80.200^2 - 170^2.80 = 0 \Rightarrow$ *Đáp án A.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 59: Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC, biết cuộn dây thuần cảm và giá trị L thay đổi được. Khi $L = L_1 = \frac{2,5}{\pi}$ H hoặc $L = L_2 = \frac{1,5}{\pi}$ H thì cường độ dòng điện trong mạch trong hai trường hợp bằng nhau. Để công suất tiêu thụ trong mạch đạt cực đại thì L phải bằng

A. $L = \frac{4}{\pi}$ H **B.** $L = \frac{2}{\pi}$ H **C.** $L = \frac{1}{\pi}$ H **D.** $L = \frac{0,5}{\pi}$ H

Phân tích và hướng dẫn giải:

◆ **Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.**

+ Đây là bài toán L biến thiên có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng cường độ dòng điện trong mạch nên $Z_C = \frac{Z_{L_1} + Z_{L_2}}{2}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \frac{\omega L_1 + \omega L_2}{2} \Rightarrow \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad (1)$$

+ Vì là bài toán L biến thiên cho công suất của mạch cực đại nên trong mạch lúc đó xảy ra cộng hưởng điện $\Rightarrow Z_C = Z_L$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L \Rightarrow \frac{1}{\omega^2 C} = L \quad (2)$$

+ Đối chiếu (2) và (1) ta được $\boxed{L = \frac{L_1 + L_2}{2}}$

◆ **Thay số**

Với bài toán này ta có $L = \frac{\frac{2,5}{\pi} + \frac{1,5}{\pi}}{2} = \frac{2}{\pi}$ H $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Chú ý:

+ Khi gặp bài toán L biến thiên, có 2 giá trị L_1, L_2 cho cùng một cường độ dòng điện, hoặc công suất tiêu thụ trong 2 trường hợp bằng nhau, hoặc cho cùng độ lớn của sự lệch pha giữa u và i. Tìm L để có cộng hưởng điện ($I = I_{max}$; $\varphi_u = \varphi_i$; $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$; $(\cos\varphi)_{max} = 1$; $P = P_{max}$; $U_R = U_{R\,max}$;...) thì ta chỉ cần nhớ mối liên hệ $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$ để làm cho nhanh.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

+ Khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C_1, C_2 làm cho hoặc là $I_1 = I_2$ hoặc $P_1 = P_2$ hay hoặc là $|\varphi_1| = |\varphi_2|$. Tìm C để có cộng hưởng điện thì phương pháp giải cũng tương tự và thu được $\frac{1}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$ hay $\boxed{C = \frac{2C_1C_2}{(C_1 + C_2)}}$ (Chỉ giống cách làm, công thức cuối cùng thu được của C thì khác với công thức tính của L)

Chẳng hạn: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, tụ có điện dung C thay đổi được. Khi $C_1 = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$F hoặc $C_2 = \frac{10^{-4}}{1,5\pi}$F thì công suất của mạch có giá trị bằng nhau. Để công suất trong mạch cực đại thì giá trị của C phải bằng

A. $\frac{2.10^{-4}}{3\pi}$F **B.** $\frac{10^{-4}}{2\pi}$F **C.** $\frac{3.10^{-4}}{2\pi}$F **D.** $\frac{10^{-4}}{\pi}$F

Hướng dẫn:

Nếu các em nhớ được công thức tính trên thì dễ dàng và nhanh chóng chọn đáp án D vì $C = \frac{2C_1C_2}{(C_1 + C_2)} = \frac{2.\frac{2.10^{-4}}{\pi}.\frac{10^{-4}}{1,5\pi}}{\left(\frac{2.10^{-4}}{\pi} + \frac{10^{-4}}{1,5\pi}\right)} = \frac{10^{-4}}{\pi}$F

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L_1 = \frac{3}{\pi}$H hoặc $L_2 = \frac{5}{\pi}$H thì công suất của mạch có giá trị như nhau. Hỏi với giá trị nào của L thì công suất trong mạch cực đại?

A. $L = \frac{2}{\pi}$H **B.** $L = \frac{5}{2\pi}$H **C.** $L = \frac{4}{\pi}$H **D.** $L = \frac{3}{\pi}$H

Bài toán 2: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)* Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, tần số 50Hz vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung C đến giá trị $\frac{10^{-4}}{4\pi}$F hoặc $\frac{10^{-4}}{2\pi}$F thì công suất tiêu thụ trên đoạn mạch đều có giá trị bằng nhau. Giá trị của L bằng

A. $\frac{1}{2\pi}$H. **B.** $\frac{2}{\pi}$H. **C.** $\frac{1}{3\pi}$H. **D.** $\frac{3}{\pi}$H.

Bài toán 3: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số 50 Hz. Khi $L = L_1 = \frac{3}{\pi}H$ và $L = L_2 = \frac{1}{\pi}H$ thì dòng điện tức thời i_1, i_2 tương ứng đều lệch pha góc $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế ở hai đầu đoạn mạch. Điện trở của mạch bằng

A. $R = 80\ \Omega$. **B.** $R = 100\ \Omega$. **C.** $R = 150\ \Omega$. **D.** $R = 220\ \Omega$.

Ví dụ 60: Cho đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp, giá trị của L có thể thay đổi được. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch AB là $U = 200V$. Điện trở và dung kháng của tụ điện là $R = 120\Omega$, $Z_C = 90\Omega$. Khi thay đổi L, thấy có hai giá trị của L để điện áp trên hai đầu cuộn cảm bằng $175\sqrt{2}V$. Hai giá trị của cảm kháng ứng với hai giá trị của L là

A. 200Ω; 300Ω. **B.** 210Ω; $308,8\Omega$.

C. 205Ω; $310,8\Omega$. **D.** 191Ω; $118,8\Omega$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $U_L = IZ_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} Z_L \Rightarrow U_L^2 = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} Z_L^2$

$$\Rightarrow \left(U_L^2 - U^2\right)Z_L^2 - 2U_L^2 Z_C Z_L + U_L^2\left(R^2 + Z_C^2\right) = 0$$

Thay số: $\left(\left(175\sqrt{2}\right)^2 - 200^2\right)Z_L^2 - 2\left(175\sqrt{2}\right)^2.90.Z_L + \left(175\sqrt{2}\right)^2\left(120^2 + 90^2\right) = 0$

$$21250Z_L^2 - 11025000Z_L + 1378125000 = 0$$

Giải ra ta được hai nghiệm 210 và 308,8 ⇒ *Đáp án B.*

Cách khác: Từ $U_L = IZ_L; U = IZ \Rightarrow \frac{Z_L}{Z} = \frac{U_L}{U} = \frac{175\sqrt{2}}{200} \Rightarrow \left(\frac{Z_L}{Z}\right)^2 = \frac{49}{32}$

$\Rightarrow \frac{Z_L^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{49}{32} \Rightarrow \frac{Z_L^2}{120^2 + (Z_L - 90)^2} = \frac{49}{32}$ ...⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 61: Cho đoạn mạch RLC có L thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có tần số f. Khi $L = L_1 = \frac{2}{\pi}$ H hoặc $L = L_2 = \frac{3}{\pi}$ H thì hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm này là như nhau. Muốn hiệu điện thế trên cuộn dây đạt cực đại thì L phải bằng

A. $L = \frac{2{,}4}{\pi}$ H. **B.** $L = \frac{2{,}5}{\pi}$ H. **C.** $L = \frac{1}{\pi}$ H **D.** $L = \frac{5}{\pi}$ H

Phân tích và hướng dẫn giải:

◆ **Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.**

+ Đây là bài toán L biến thiên, để hiệu điện thế trên cuộn dây thuần cảm đạt cực đại thì $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \Rightarrow L = \frac{R^2 + Z_C^2}{\omega . Z_C} = \frac{R^2 + Z_C^2}{\omega . \frac{1}{\omega C}} = \left[R^2 + Z_C^2\right]C$ (1).

+ Theo đề ra ta có: $U_{L_1} = U_{L_2} \Rightarrow I_1.Z_{L_1} = I_2.Z_{L_2} \Rightarrow \frac{U}{Z_1}.Z_{L_1} = \frac{U}{Z_2}.Z_{L_2}$

Lược bỏ U $\Rightarrow \frac{\omega L_1}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L_1 - Z_C\right)^2}} = \frac{\omega L_2}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L_2 - Z_C\right)^2}}$

Lược bỏ ω, bình phương 2 vế $\Rightarrow \frac{L_1^2}{R^2 + \omega^2 L_1^2 - 2\frac{L_1}{C} + Z_C^2} = \frac{L_2^2}{R^2 + \omega^2 L_2^2 - 2\frac{L_2}{C} + Z_C^2}$

Biến đổi ta được $L_1^2\left[R^2 + \omega^2 L_2^2 - 2\frac{L_2}{C} + Z_C^2\right] = L_2^2\left[R^2 + \omega^2 L_1^2 - 2\frac{L_1}{C} + Z_C^2\right]$

$\Rightarrow \left(L_1^2 - L_2^2\right)\left[R^2 + Z_C^2\right] = \frac{2}{C}(L_1^2 L_2 - L_2^2 L_1)$

$\Rightarrow \left(L_1 + L_2\right)\left(L_1 - L_2\right)\left[R^2 + Z_C^2\right] = \frac{2}{C}L_2 L_1\left(L_1 - L_2\right)$

$\Rightarrow \left(L_1 + L_2\right)\left[R^2 + Z_C^2\right] = \frac{2}{C}L_2 L_1 \Rightarrow \left[R^2 + Z_C^2\right]C = \frac{2L_1L_2}{\left(L_1 + L_2\right)}$ (2)

+ Đối chiếu (2) và (1) ta được $\boxed{L = \frac{2L_1L_2}{\left(L_1 + L_2\right)}}$

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2-3 ĐỊA CHỈ 1000 TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

◆ **Thay số**

Với bài toán này ta được $L = \dfrac{2\dfrac{2}{\pi}.\dfrac{3}{\pi}}{\left(\dfrac{2}{\pi}+\dfrac{3}{\pi}\right)} = \dfrac{2,4}{\pi}$ H ⇒ *Đáp án A.*

✍ **Chú ý:**

+ Vậy, khi nào gặp bài toán cuộn dây thuần cảm với L biến thiên, có 2 giá trị L_1, L_2 *cho cùng một hiệu điện thế trên cuộn dây. Để hiệu điện thế trên cuộn dây đạt cực đại thì L sẽ được tính theo* $\boxed{L = \dfrac{2L_1L_2}{(L_1+L_2)}}$ *hay* $\dfrac{1}{L} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{L_1}+\dfrac{1}{L_2}\right)$. *Các em nên nhớ kết quả của bài toán này để làm bài thi trắc nghiệm cho nhanh.*

+ Và, khi gặp bài toán C biến thiên, có 2 giá trị C_1, C_2 *làm cho hiệu điện thế trên tụ trong hai trường hợp bằng nhau. Tìm C để hiệu điện thế trên tụ đạt cực đại thì phương pháp giải hoàn toàn tương tự, C sẽ được tính theo công thức*

$$\boxed{C = \frac{C_1+C_2}{2}}$$

Chẳng hạn: Cho mạch điện RLC nối tiếp, tụ có điện dung C thay đổi được. Khi $C_1 = \dfrac{10^{-4}}{\pi}$F hoặc $C_2 = \dfrac{3.10^{-4}}{\pi}$F thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện có giá trị bằng nhau. Để hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại thì điện dung của tụ điện phải bằng

A. $\dfrac{2,5.10^{-4}}{\pi}$F **B.** $\dfrac{2.10^{-4}}{\pi}$F **C.** $\dfrac{1,5.10^{-4}}{\pi}$F **D.** $\dfrac{4.10^{-4}}{\pi}$F

Hướng dẫn:

Vì $C = \dfrac{C_1+C_2}{2} = \dfrac{\dfrac{10^{-4}}{\pi}+\dfrac{3.10^{-4}}{\pi}}{2} = \dfrac{2.10^{-4}}{\pi}$F ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L thay đổi được. Khi $L = L_1 = 2$mH và khi $L = L_2 = 3$mH thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng nhau. Để điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm đạt cực đại thì giá trị L là

A. $L = 2,5$mH **B.** $L = 0,6$mH **C.** $L = 2,4$mH **D.** $L = 3,6$mH

Ví dụ 62: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 60 V vào hai đầu đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp thì cường độ dòng điện qua đoạn mạch là $i_1 = I_0\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (A). Nếu ngắt bỏ tụ điện C thì cường độ dòng điện qua đoạn mạch là $i_2 = I_0\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{12}\right)$ (A). Điện áp hai đầu đoạn mạch là

A. $u = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{12}\right)$ (V). **B.** $u = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ (V)

C. $u = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{12}\right)$ (V). **D.** $u = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$ (V).

Phân tích và hướng dẫn giải:

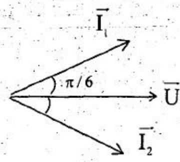
Theo đầu bài, khi có tụ điện và khi đã ngắt bỏ tụ điện thì cường độ dòng điện cực đại qua đoạn mạch như nhau nên tổng trở của hai trường hợp không thay đổi

$\Rightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + Z_L^2$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C)^2 = Z_L^2$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C) = \pm Z_L$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C) = -Z_L \Rightarrow Z_C = 2Z_L$ và $\dfrac{(Z_L - Z_C)}{R} = \dfrac{-Z_L}{R}$



$\Rightarrow \tan\varphi_1 = -\tan\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2$ Điều này chứng tỏ dòng điện trong 2 trường hợp phải nằm hai bên đối xứng so với trục $\vec{U}$ như hình vẽ.

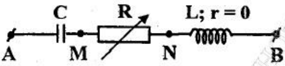
Vì hai dòng điện lệch pha nhau $\dfrac{\pi}{4} - \left(-\dfrac{\pi}{6}\right) = \dfrac{\pi}{3}$ nên mỗi dòng điện chỉ lệch với $\vec{U}$ góc $\dfrac{\pi}{3} : 2 = \dfrac{\pi}{6}$

Vì lúc đầu còn tụ C mà $Z_C = 2Z_L$ nên i_1 nhanh pha hơn u, nói cách khác u trễ pha hơn i_1 do đó pha ban đầu của u là $\dfrac{\pi}{4} - \dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\pi}{12}$

Vậy $u = 60\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{12}\right) \Rightarrow$ *Đáp án C.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 63: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hãy tìm các điều kiện để khi R có thay đổi thì điện áp trên từng đoạn mạch MN, AN hay MB là không đổi?



Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có $U_{MN} = U_R = IR = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}R = \dfrac{U}{\sqrt{1+\dfrac{(Z_L-Z_C)^2}{R^2}}}$

Nhận thấy U_R sẽ không phụ thuộc vào R $\Leftrightarrow (Z_L - Z_C) = 0 \Rightarrow \boxed{Z_C = Z_L}$

+ Có: $U_{AN} = U_{RC} = IZ_{RC} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}\sqrt{R^2+Z_C^2}$

$$U_{RC} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{R^2+Z_C^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{Z_L^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_C^2}}}$$

Để $U_{RC} \notin R \Leftrightarrow Z_L^2 - 2Z_LZ_C = 0 \Rightarrow \boxed{Z_L = 2Z_C}$

+ Tương tự: $U_{MB} = U_{RL} = IZ_{RL} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}\sqrt{R^2+Z_L^2}$

$$U_{RL} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{R^2+Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{Z_C^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_L^2}}}$$

Để $U_{RL} \notin R \Leftrightarrow Z_C^2 - 2Z_LZ_C = 0 \Rightarrow \boxed{Z_C = 2Z_L}$

Câu 64: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AN và NB mắc nối tiếp. Đoạn AN gồm biến trở R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, đoạn NB chỉ có tụ điện với điện dung C. Đặt $\omega_1 = \dfrac{1}{2\sqrt{LC}}$. Để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AN không phụ thuộc R thì tần số góc ω bằng

A. $\dfrac{\omega_1}{2\sqrt{2}}$. **B.** $\omega_1\sqrt{2}$. **C.** $\dfrac{\omega_1}{\sqrt{2}}$. **D.** $2\omega_1$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $U_{AN} = U_{RL} = I.Z_{RL} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}.\sqrt{R^2+Z_L^2}$

$$U_{AN} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{R^2+Z_L^2}}} = \frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{Z_C^2-2Z_LZ_C}{R^2+Z_L^2}}}$$

Để U_{AN} không phụ thuộc vào R khi R biến thiên thì $Z_C^2-2Z_LZ_C=0 \Rightarrow Z_C=2Z_L$

$\Rightarrow \dfrac{1}{\omega C}=2\omega L \Rightarrow \omega=\sqrt{\dfrac{1}{2LC}}$ mà $\omega_1=\dfrac{1}{2\sqrt{LC}}$. Đối chiếu ta được $\omega=\omega_1\sqrt{2}$

⇒ Đáp án B.

Ví dụ 65: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200 V và tần số không đổi vào hai đầu A và B của đoạn mạch mắc nối tiếp theo thứ tự gồm biến trở R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi. Gọi N là điểm nối giữa cuộn cảm thuần và tụ điện. Các giá trị R, L, C hữu hạn và khác không. Với $C = C_1$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu biến trở R có giá trị không đổi và khác không khi thay đổi giá trị R của biến trở. Với $C = \dfrac{C_1}{2}$ thì điện áp hiệu dụng giữa A và N bằng

A. 200 V. **B.** $100\sqrt{2}$ V. **C.** 100 V. **D.** $200\sqrt{2}$ V.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+) Với $C = C_1$ ta có $U_R = I.R = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_{C_1})^2}}.R = \dfrac{U}{\sqrt{1+\dfrac{(Z_L-Z_{C_1})^2}{R^2}}}$

U_R không phụ thuộc R khi $Z_L-Z_{C_1}=0 \Rightarrow Z_L=Z_{C_1}$

+) Khi $C = C_1/2 \Rightarrow Z_C = 2Z_L \Rightarrow U_C = 2U_L$

$\Rightarrow U=\sqrt{U_R^2+(U_L-U_C)^2}=\sqrt{U_R^2+U_L^2}=U_{AN}=200V \Rightarrow$ Đáp án C

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ [illegible] TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 66: Cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U = const nhưng ω thay đổi được.

a) Tìm ω để cường độ dòng điện, công suất và hiệu điện thế trên hai đầu điện trở đạt giá trị cực đại.

b) Tìm ω để điện áp hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

c) Tìm ω để điện áp hai đầu tụ điện đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

d) Xác lập mối liên hệ giữa các tần số góc tìm được ở các câu trên.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Ta có $P = I^2R$; $U_R = IR$ với $I = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+\left(L\omega-\dfrac{1}{C\omega}\right)^2}}$

Khi ω thay đổi, I, P và U_R đạt giá trị cực đại nếu mạch xảy ra cộng hưởng, lúc đó

$Z_L = Z_C \Rightarrow \boxed{\omega_{CH} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}}$, lúc đó $I_{max} = \dfrac{U}{R}$; $P_{max} = \dfrac{U^2}{R}$; $U_R^{max} = U$

b) Tìm ω_L để U_L cực đại, tính U_L^{max} ?

$$U_L = IZ_L = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}Z_L = \frac{U}{\sqrt{\left(\dfrac{1}{L^2C^2}\right)\dfrac{1}{\omega^4}+\left(\dfrac{R^2}{L^2}-\dfrac{2}{LC}\right)\dfrac{1}{\omega^2}+1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

Nhận thấy U_L cực đại nếu $Y = \left(\dfrac{1}{L^2C^2}\right)\dfrac{1}{\omega^4}+\left(\dfrac{R^2}{L^2}-\dfrac{2}{LC}\right)\dfrac{1}{\omega^2}+1$ đạt giá trị cực tiểu

tại: $\dfrac{1}{\omega^2} = -\dfrac{b}{2a} = \dfrac{(2L-R^2C)C}{2} \Rightarrow \boxed{\omega_L = \sqrt{\dfrac{2}{2LC-R^2C^2}} = \dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{2}{\dfrac{2L}{C}-R^2}}}$

và $Y_{min} = -\dfrac{\Delta}{4a} = -\dfrac{\left(\dfrac{R^2}{L^2}-\dfrac{2}{LC}\right)^2-4\dfrac{1}{L^2C^2}}{4\dfrac{1}{L^2C^2}} = \dfrac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}$

$$\Rightarrow U_L^{max} = \frac{U}{\sqrt{Y_{min}}} = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}}} = \frac{2UL}{\sqrt{4R^2LC-R^4C^2}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

c) Tìm ω_C để U_C cực đại, tính U_C^{max}.

Ta có $U_C = IZ_C = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}Z_C = \dfrac{U}{\sqrt{L^2C^2\omega^4+(R^2C^2-2LC)\omega^2+1}} = \dfrac{U}{\sqrt{Y}}$

U_C cực đại nếu $Y = L^2C^2\omega^4+(R^2C^2-2LC)\omega^2+1$ đạt giá trị cực tiểu tại

$$\omega^2 = -\frac{b}{2a} = -\frac{R^2C^2-2LC}{2L^2C^2} = \frac{2LC-R^2C^2}{2L^2C^2} = \frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2L^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega_C = \sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2L^2}} = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}}}$$

$$+\ Y_{min} = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{(R^2C^2-2LC)^2-4L^2C^2}{4L^2C^2} = \frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}$$

$$\Rightarrow U_C^{max} = \frac{U}{\sqrt{Y_{min}}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{4R^2LC-R^4C^2}{4L^2}}} = \frac{2UL}{\sqrt{4R^2LC-R^4C^2}} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC-R^2C^2}}$$

d) Mối liên hệ giữa các tần số góc ω_{CH}, ω_L và ω_C:

Từ các biểu thức trên ta thấy: $\omega_L.\omega_C = \dfrac{1}{C}\sqrt{\dfrac{2}{\frac{2L}{C}-R^2}}.\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{\frac{2L}{C}-R^2}{2}} = \dfrac{1}{LC} = \omega_{CH}^2$

Hay $\boxed{\omega_{CH} = \sqrt{\omega_L.\omega_C}}$

Ví dụ 67: Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn thuần cảm L và tụ điện C nối tiếp. Đặt vào mạch điện một điện áp xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi còn tần số góc ω thay đổi được. Khi $\omega = \omega_1 = 200\pi$ rad/s hoặc $\omega = \omega_2 = 50\pi$ rad/s thì công suất của đoạn mạch bằng nhau. Để công suất của đoạn mạch cực đại thì tần số góc ω phải bằng

A. 125π rad/s **B.** 40π rad/s **C.** 100π rad/s **D.** 200π rad/s

Phân tích và hướng dẫn giải:

◆ **Để tổng quát, trước hết ta xây dựng biểu thức tính.**

- Theo đề ra $P_1 = P_2 \Rightarrow I_1^2R = I_2^2R \Rightarrow I_1^2 = I_2^2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2$

$\Rightarrow R^2+(Z_{L1}-Z_{C1})^2 = R^2+(Z_{L2}-Z_{C2})^2 \Rightarrow (Z_{L1}-Z_{C1})^2 = (Z_{L2}-Z_{C2})^2$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Vậy xảy ra 2 khả năng, biến đổi chi tiết ta được

$$\left[\begin{array}{l}\left(\omega_1 L-\dfrac{1}{\omega_1 C}\right)=\left(\omega_2 L-\dfrac{1}{\omega_2 C}\right)\\ \left(\omega_1 L-\dfrac{1}{\omega_1 C}\right)=-\left(\omega_2 L-\dfrac{1}{\omega_2 C}\right)\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{l}(\omega_1 L-\omega_2 L)=\left(\dfrac{1}{\omega_1 C}-\dfrac{1}{\omega_2 C}\right)\\ (\omega_1 L+\omega_2 L)=\left(\dfrac{1}{\omega_1 C}+\dfrac{1}{\omega_2 C}\right)\end{array}\right.$$

$$\Rightarrow\left[\begin{array}{l}L(\omega_1-\omega_2)=\dfrac{1}{C}\left(\dfrac{1}{\omega_1}-\dfrac{1}{\omega_2}\right)\\ L(\omega_1+\omega_2)=\dfrac{1}{C}\left(\dfrac{1}{\omega_1}+\dfrac{1}{\omega_2}\right)\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{l}L(\omega_1-\omega_2)=\dfrac{1}{C}\left(\dfrac{\omega_2-\omega_1}{\omega_1\omega_2}\right)\\ L(\omega_1+\omega_2)=\dfrac{1}{C}\left(\dfrac{\omega_1+\omega_2}{\omega_1\omega_2}\right)\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{l}LC=-\dfrac{1}{\omega_1\omega_2}\\ LC=\dfrac{1}{\omega_1\omega_2}\end{array}\right.$$

Chỉ có trường hợp $LC=\dfrac{1}{\omega_1\omega_2}$ (1) là thỏa mãn

- Vì $R=\text{const}$, muốn công suất $P=I^2R$ đạt cực đại thì I_{max} tức là trong mạch phải xảy ra cộng hưởng điện, lúc đó $Z_L=Z_C\Rightarrow\omega L=\dfrac{1}{\omega C}$ hay $\omega^2=\dfrac{1}{LC}$ (2)
- Từ (2) và (1) có $\omega^2=\omega_1\omega_2\Rightarrow\boxed{\omega=\sqrt{\omega_1\omega_2}}$

◆ **Thay số :** $\omega=\sqrt{\omega_1\omega_2}=\sqrt{200\pi.50\pi}=100\pi$ rad/s $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Đặt điện áp xoay chiều $u=U_0\cos\omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega=\omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega=\omega_2$. Hệ thức đúng là

A. $\omega_1+\omega_2=\dfrac{2}{LC}$ **B.** $\omega_1.\omega_2=\dfrac{1}{LC}$

C. $\omega_1+\omega_2=\dfrac{2}{\sqrt{LC}}$ **D.** $\omega_1.\omega_2=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

Bài toán 2: Cho mạch R,L,C tần số của mạch có thể thay đổi được, khi $\omega=\omega_0$ thì công suất tiêu thụ trong mạch đạt giá trị cực đại, khi $\omega=\omega_1$ hoặc $\omega=\omega_2$ thì mạch có cùng một giá trị công suất. Mối liên hệ giữa các giá trị của ω là

A. $\omega_0^2=\omega_1^2+\omega_2^2$ **B.** $\omega_0=\sqrt{\dfrac{\omega_1\omega_2}{\omega_1+\omega_2}}$ **C.** $\omega_0^2=\omega_1.\omega_2$ **D.** $\omega_0=\omega_1+\omega_2$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 3 - ĐC 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 3: Cho mạch xoay chiều không phân nhánh RLC có tần số dòng điện thay đổi được. Gọi f_0; f_1; f_2 lần lượt là các giá trị của tần số dòng điện làm cho $U_{R\max}$; $U_{L\max}$; $U_{C\max}$. Ta có

A. $\frac{f_1}{f_0} = \frac{f_0}{f_2}$ **B.** $f_0 = f_1 + f_2$ **C.** $f_0 = \frac{f_1}{f_2}$ **D.** $f_0 = \frac{f_2}{f_1}$

Ví dụ 68: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 không đổi và ω thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp, với $CR^2 < 2L$. Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1, ω_2 và ω_0 là

A. $\omega_0 = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$ **B.** $\omega_0^2 = \frac{1}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2)$

C. $\omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$ **D.** $\frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ $U_{1C} = U_{2C} \Rightarrow \frac{1}{C\omega_1}.\frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1}\right)^2}} = \frac{1}{C\omega_2}.\frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2}\right)^2}}$

$\Rightarrow C^2\omega_1^2R^2 + (CL\omega_1^2 - 1)^2 = C^2\omega_2^2R^2 + (CL\omega_2^2 - 1)^2$

$\Rightarrow (\omega_1^2 - \omega_2^2)C^2R^2 = (CL\omega_2^2 - 1)^2 - (CL\omega_1^2 - 1)^2$

$\Rightarrow (\omega_1^2 - \omega_2^2)C^2R^2 = \left[CL(\omega_2^2 + \omega_1^2) - 2\right].\left[CL(\omega_2^2 - \omega_1^2)\right]$

$\Rightarrow CR^2 = 2L - CL^2(\omega_2^2 + \omega_1^2) \Rightarrow L^2(\omega_2^2 + \omega_1^2) = \frac{2L - CR^2}{C}$ (a)

+ Mặt khác khi $U_{C\max}$ thì phải có $\omega_0 = \frac{1}{L}.\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} \Leftrightarrow 2L^2\omega_0^2 = \frac{2L - CR^2}{C}$ (b)

So sánh (a) và (b) ta được $2\omega_0^2 = (\omega_1^2 + \omega_2^2) \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ghi nhớ:

a) Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_C$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1, ω_2 và ω_C là $\boxed{\omega_C^2 = \frac{1}{2}\left(\omega_1^2 + \omega_2^2\right)}$

b) Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây thuần cảm có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_L$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai cuộn dây đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1, ω_2 và ω_L là $\boxed{\frac{1}{\omega_L^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2}\right)}$

Ví dụ 69: Lần lượt đặc các điện áp xoay chiều $u_1 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t + \varphi_1)$; $u_1 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t + \varphi_2)$ và $u_3 = U\sqrt{2}\cos(110\pi t + \varphi_3)$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp thì cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức tương ứng là: $i_1 = I\sqrt{2}\cos 100\pi t$; $i_2 = I\sqrt{2}\cos(120\pi t + \frac{2\pi}{3})$ và $i_3 = I'\sqrt{2}\cos(110\pi t - \frac{2\pi}{3})$. So sánh I và I', ta có:

A. $I > I'$. **B.** $I < I'$. **C.** $I = I'$. **D.** $I = I'\sqrt{2}$.

Hướng dẫn:

Cùng điện áp u, trường hợp 1 và 2 có cùng giá trị hiệu dụng, chứng tỏ tổng trở trong 2 trường hợp đó bằng nhau:

$$\sqrt{R^2 + \left(100\pi L - \frac{1}{100\pi C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + \left(120\pi L - \frac{1}{120\pi C}\right)^2}$$

$$\Rightarrow 100\pi L - \frac{1}{100\pi C} = -\left(120\pi L - \frac{1}{120\pi C}\right) \Rightarrow 12000\pi^2 LC = 1 \Rightarrow \frac{1}{LC} = 12000\pi^2$$

$$\Rightarrow \omega_{CH}^2 = 12000\pi^2 \Rightarrow \omega_{CH} \approx 110\pi \Rightarrow I' \approx I_{max} \Rightarrow I < I' \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Lưu ý: Để giải bài toán trên nhanh hơn, có thể tham khảo sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Bài tập vận dụng: Lần lượt đặt vào hai đầu một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp các điện áp u_1, u_2, u_3 có cùng giá trị hiệu dụng nhưng tần số khác nhau, thì cường độ dòng điện trong mạch tương ứng là $i_1 = I_0\cos(25\pi t + \varphi_1)$; $i_2 = I_0\cos(40\pi t + \varphi_2)$; $i_3 = I\sqrt{2}\cos(30\pi t + \varphi_3)$. Hệ thức nào sau đây là đúng?

A. $I > \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ **B.** $I \le \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ **C.** $I < \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ **D.** $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$

Ví dụ 70: Một đoạn mạch gồm ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Biết cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức $i = I_0\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$(A). Tính từ thời điểm cường độ dòng điện qua mạch triệt tiêu, sau khoảng thời gian 1/4 chu kì thì điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của mạch là

A. 0 **B.** $\dfrac{I_0}{100\pi}$ C **C.** $\dfrac{I_0}{25\pi}$ C **D.** $\dfrac{I_0}{50\pi}$ C

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Gọi t_1 là thời điểm cường độ dòng điện qua mạch triệt tiêu, ta có:

$$0 = I_0\cos\left(100\pi t_1 + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow \left(100\pi t_1 + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{300}\text{ s}$$

+ Thời điểm t_2 sau t_1 là: $t_2 = t_1 + \dfrac{1}{4}T = \dfrac{1}{300} + \dfrac{1}{4}\dfrac{2\pi}{100\pi} = \dfrac{1}{120}$ s

+ Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của mạch từ thời điểm t_1 đến t_2 là

$$\Delta q = \int_{t_1}^{t_2} i.dt = \int_{t_1}^{t_2} I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)dt = I_0\frac{1}{100\pi}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\Bigg|_{t_1}^{t_2}$$

$$\Delta q = \frac{I_0}{100\pi}\left[\sin\left(100\pi.\frac{1}{120} + \frac{\pi}{6}\right) - \sin\left(100\pi.\frac{1}{300} + \frac{\pi}{6}\right)\right]$$

$$\Delta q = \frac{I_0}{100\pi}\left[\sin(\pi) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right] = -\frac{I_0}{100\pi}\text{ C} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Một ví dụ khác tương tự: Một dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = I\sqrt{2}\sin\omega t$ chạy trong một đoạn mạch không phân nhánh. Tính từ thời điểm có i = 0, hãy tìm điện lượng chuyển qua một tiết diện dây dẫn của mạch trong một nửa chu kì đầu tiên.

Ta có: $q = \displaystyle\int_0^{T/2} i dt = \int_0^{T/2} I\sqrt{2}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)dt$

$$q = -\frac{I\sqrt{2}\cos(2\pi t/T)}{2\pi/T}\Bigg|_0^{T/2} = -\frac{IT\sqrt{2}}{2\pi}(\cos\pi - \cos 0) = \frac{I\sqrt{2}}{\pi f}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Câu 1: Cho đoạn mạch xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp. Giá trị của điện trở, cảm kháng và dung kháng tuân theo biểu thức $R = 2Z_L = 3Z_C$. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về cường độ dòng điện hiệu dụng chạy qua các phần tử trong mạch?

A. $I_R = 2I_L = 3I_C$ **B.** $3I_R = 2I_L = I_C$

C. $\frac{I_R}{1} = \frac{I_L}{2} = \frac{I_C}{3}$ **D.** $I_R = I_L = I_C$

Câu 2: Kết luận nào sau đây là đúng khi so sánh tần số f_1 của dòng điện xoay chiều trong đoạn một đoạn mạch và tần số f_2 của điện áp đặt trên hai đầu đoạn mạch đó?

A. $f_1 = 3f_2$ **B.** $f_1 = 4f_2$ **C.** $f_1 = f_2$ **D.** $f_1 = 2f_2$

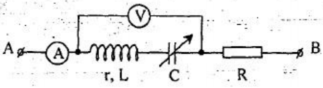
Câu 3: Kết luận nào sau đây là đúng khi so sánh chu kì biến đổi T_1 của công suất toả nhiệt tức thời của dòng điện điện xoay chiều với chu kì biến đổi T_2 của dòng điện đó?

A. $T_1 < T_2$ **B.** $T_1 = T_2$ **C.** $T_2 = 2T_1$ **D.** $T_1 = 3T_2$

Câu 4: Cho mạch điện, $u_{AB} = U_{AB}\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$, khi $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}(F)$ thì vôn kế chỉ giá trị nhỏ nhất. Giá trị của L bằng:

A. $\frac{1}{\pi}(H)$ **B.** $\frac{2}{\pi}(H)$

C. $\frac{3}{\pi}(H)$ **D.** $\frac{4}{\pi}(H)$



Câu 5: Một cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung thay đổi được rồi mắc vào nguồn điện xoay chiều có biểu thức $u = U_0\cos\omega t(V)$. Thay đổi điện dung của tụ điện để công suất toả nhiệt trên cuộn dây đạt cực đại thì khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ là $2U_0$. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây lúc này là

A. $3U_0\sqrt{2}$. **B.** $3U_0$. **C.** $\frac{3U_0}{\sqrt{2}}$. **D.** $4U_0\sqrt{2}$.

Câu 6: Làm thí nghiệm với cuộn dây không thuần cảm thì thấy rằng khi đặt hai đầu cuộn dây hiệu điện thế một chiều 100V thì số chỉ ampe kế trong mạch là 1A. Thay dòng điện trên bằng dòng điện xoay chiều 200V, 50Hz thì số chỉ ampe kế cũng 1A. Hệ số công suất của mạch điện lúc này là

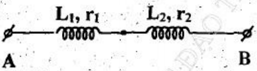
A. $\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$ **B.** $\cos\varphi = 0,5$ **C.** $\cos\varphi = 1$ **D.** $\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Câu 7: Trong một hộp kín có chứa một mạch điện gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng là 100V thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu phần tử 1 là $100\sqrt{2}$V, giữa hai đầu phần tử 2 là 200V. Hai phần tử 1 và 2 tương ứng là

A. tụ điện và cuộn dây thuần cảm. **B.** tụ điện và cuộn dây không thuần cảm.

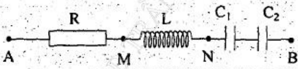
C. điện trở thuần và cuộn dây. **D.** điện trở thuần và tụ điện.

Câu 8: Cho hai cuộn dây có điện trở thuần (L_1, r_1) và (L_2, r_2) mắc nối tiếp vào hai điểm AB. Gọi U là hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu AB. U_1, U_2 lần lượt là hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây 1 và cuộn dây 2. Để $U = U_1 + U_2$ cần có điều kiện nào sau đây?



A. $L_1r_1 = L_2r_2$. **B.** $L_1r_2 = L_2r_1$. **C.** $L_1L_2 = r_1r_2$. **D.** $L_1 + L_2 = r_1 + r_2$.

Câu 9: Cho đoạn mạch như hình vẽ. Tổng trở của đoạn mạch là



A. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{C_2}{\omega C_1}\right)^2}$. **B.** $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$.

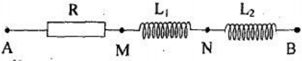
C. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_1} - \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$. **D.** $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega (C_1 + C_2)}\right)^2}$.

Câu 10: Hai cuộn thuần cảm L_1 và L_2 mắc nối tiếp trong một mạch điện xoay chiều có cảm kháng là

A. $Z_L = (L_1 - L_2)\omega$. **B.** $Z_L = (L_1 + L_2)\omega$.

C. $Z_L = (L_1 - L_2)/\omega$. **D.** $Z_L = (L_1 + L_2)/\omega$.

Câu 11: Mạch điện gồm một điện trở thuần $R = 40\,\Omega$ mắc nối tiếp với hai cuộn dây thuần cảm như hình bên. Độ tự cảm $L_1 = \frac{0,1}{\pi}(H), L_2 = \frac{0,3}{\pi}(H)$. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 160\sqrt{2}\cos 100\pi t (V)$. Biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch là



A. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$. **B.** $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

C. $i = 4\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$. **D.** $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Câu 12: Cho một đoạn mạch xoay chiều RLC_1 mắc nối tiếp (cuộn dây thuần cảm). Biết tần số dòng điện là 50 Hz, $R = 40\ (\Omega)$, $L = \dfrac{1}{5\pi}(H)$, $C_1 = \dfrac{10^{-3}}{5\pi}(F)$. Muốn dòng điện trong mạch cực đại thì phải ghép thêm với tụ điện C_1 một tụ điện có điện dung C_2 bằng bao nhiêu và ghép thế nào?

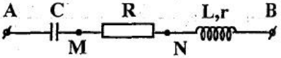
A. Ghép nối tiếp và $C_2 = \dfrac{3}{\pi}.10^{-4}(F)$ **B.** Ghép song song và $C_2 = \dfrac{5}{\pi}.10^{-4}(F)$

C. Ghép nối tiếp và $C_2 = \dfrac{5}{\pi}.10^{-4}(F)$ **D.** Ghép song song và $C_2 = \dfrac{3}{\pi}.10^{-4}(F)$

Câu 13: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, C thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều $u = U\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V). Khi $C = C_1 = \dfrac{10^{-4}}{2\pi}F$ và $C = C_2 = \dfrac{10^{-4}}{\pi}F$ thì công suất của mạch bằng nhau nhưng hai dòng điện lệch pha nhau một góc là $\dfrac{\pi}{3}$. Giá trị của L là

A. $L = \dfrac{1,5}{\pi}$ H **B.** $L = \dfrac{1,0}{\pi}$ H **C.** $L = \dfrac{2,5}{\pi}$ H **D.** $L = \dfrac{2,0}{\pi}$ H

Câu 14: Một đoạn mạch điện xoay chiều có dạng như hình vẽ. Biết hiệu điện thế u_{AN} và u_{MB} lệch pha nhau 90^0. Mối liên hệ giữa R, r, L và C là



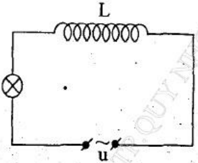
A. R = C.r.L. **B.** r = C. R.L. **C.** L = C.R.(R + r). **D.** C = L.R.r.

Câu 15: Cho mạch điện xoay chiều AB gồm hai đoạn mạch nhỏ AM và MB mắc nối tiếp nhau. Đoạn mạch AM gồm điện trở R_1 mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L. Đoạn mạch MB gồm điện trở R_2 mắc nối tiếp với tụ điện C. Khi đặt vào AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U thì thấy rằng $U^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2$. Tìm biểu thức đúng?

A. $C = L.R_1.R_2$. **B.** $L = C.R_1.R_2$. **C.** $L.C = R_1.R_2$. **D.** $L.R_1 = C.R_2$.

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Câu 16: Người ta làm thí nghiệm với mạch điện như hình vẽ. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều thì bóng đèn sáng bình thường. Hiện tượng gì xảy ra khi cho thêm lõi sắt vào bên trong cuộn cảm?



A. Độ sáng của bóng đèn giảm.
B. Độ sáng của bóng đèn tăng.
C. Bóng đèn sáng loé lên rồi tắt.
D. Bóng đèn tắt.

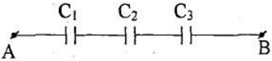
Câu 17: Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó

A. điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\pi/6$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.
B. điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\pi/6$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.
C. trong mạch có cộng hưởng điện.
D. điện áp giữa hai đầu cuộn cảm lệch pha $\pi/6$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

Câu 18: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện. Độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai dầu cuộn dây so với cường độ dòng điện trong mạch là $\frac{\pi}{3}$. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện bằng $\sqrt{3}$ lần hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây. Độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch trên là

A. 0. **B.** $\frac{\pi}{2}$. **C.** $-\frac{\pi}{3}$. **D.** $\frac{2\pi}{3}$

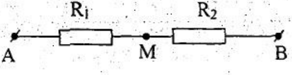
Câu 19: Đặt một điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hệ thức nào sau đây là **sai**?



A. $u_{AB} = u_1 + u_2 + u_3$. **B.** $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3$.

C. $U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3$. **D.** $U_{AB}^2 = U_1^2 + U_2^2 + U_3^2$.

Câu 20: Đặt một điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Hệ thức nào sau đây là **sai**?



A. $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$. **B.** $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

C. $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB}$. **D.** $U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2$.

Câu 21: Chọn câu **sai**: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp:

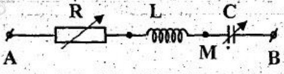
A. Thay đổi C thấy tồn tại hai giá trị C_1, C_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của C để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng (hoặc công suất, dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại) là: $\frac{1}{C}=\frac{1}{2}(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2})$.

B. Thay đổi L thấy tồn tại hai giá trị L_1, L_2 mạch có cùng công suất. Giá trị của L để mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng (hoặc công suất, dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại) là: $L=\frac{1}{2}(L_1+L_2)$.

C. Thay đổi ω sao cho khi $\omega=\omega_1$ hoặc $\omega=\omega_2$ thì mạch có cùng công suất. Công suất trong mạch đạt giá trị cực đại khi $\omega=\sqrt{\omega_1\omega_2}$.

D. Thay đổi R thấy khi $R=R_1$ hoặc $R=R_2$ thì mạch tiêu thụ công suất bằng nhau. Mạch tiêu thụ công suất cực đại khi $R=\frac{1}{2}(R_1+R_2)$.

Câu 22: Cho mạch điện như hình vẽ. $u_{AB}=120\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$, cuộn dây thuần cảm.



1. Đặt $R = 30\Omega$, khi $C=C_1=\frac{1}{9\pi}mF$ hoặc $C=C_2=\frac{1}{3\pi}mF$ thì độ lệch pha giữa dòng điện i và hiệu điện thế u_{AB} có độ lớn như nhau. Hãy viết i cho mỗi trường hợp. Nhận xét và vẽ đồ thị biểu diễn sự thay đổi của cường độ hiệu dụng qua mạch theo C khi C tăng liên tục từ C_1 đến C_2.

2. C bằng bao nhiêu để khi R thay đổi thì hiệu điện thế hiệu dụng A và M không đổi.

Câu 23: Đặt điện áp $u_{AB}=U\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$ vào hai đầu đoạn mạch gồm R, L, C ghép nối tiếp. Nếu dùng ampe kế lí tưởng nối với hai đầu cuộn dây thuần cảm thì ampe kế chỉ 1A và hệ số công suất của mạch là 0,8. Nếu thay ampe kế bằng vôn kế lí tưởng thì vôn kế chỉ 200V, hệ số công suất của mạch lúc đó là 0,6.

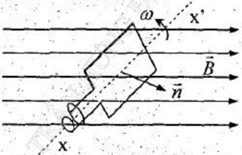
Hãy tìm R, L, C và U? *(Đáp số: $R = 128\Omega$, $U = 160V$)*

Chủ đề 9: CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN

A. HỆ THỐNG VÍ DỤ MINH HOẠ

Ví dụ 1: Tóm tắt những kiến thức cơ bản và nêu các công thức cần thiết về máy phát điện xoay chiều một pha.

Trả lời:



Máy phát điện xoay chiều một pha hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Cấu tạo của máy gồm khung dây quay quanh trục x'x trong từ trường đều.

Để đưa điện ra ngoài, hai đầu của khung nối với hai vành khuyên đặt đồng trục với khung dây, khi khung dây quay, hai vành quay theo, tì lên hai vành khuyên là hai chổi quét đặt cố định. Hệ thống vành khuyên và chổi quét gọi là bộ góp.

Bộ phận tạo ra từ trường gọi là phần cảm. Phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng.

Về nguyên lí, phần cảm cũng như phần ứng có thể là đứng yên hoặc chuyển động. Bộ phận đứng yên gọi là stato, còn bộ phận chuyển động gọi là rôto. ***Nếu máy phát mà phần ứng là stato thì không cần bộ góp.***

– ***Từ thông:*** Từ thông gửi qua một khung dây diện tích S gồm N vòng dây quay đều với vận tốc góc ω quanh trục xx' trong một từ trường đều $\vec{B} \perp xx'$ được tính:

$$\phi = NBS\cos\alpha = \phi_o\cos(\omega t + \varphi)\ (Wb)$$

– ***Suất điện động cảm ứng do máy phát tạo ra***

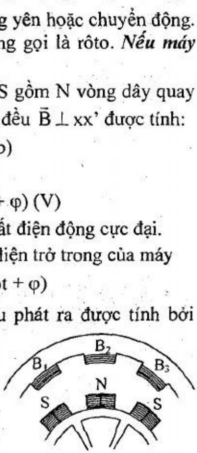
$$e = -\phi'_{(t)} = NBS\omega\sin(\omega t + \varphi) = E_o\sin(\omega t + \varphi)\ (V)$$

với $E_o = NBS\omega$ được gọi là suất điện động cực đại.

– ***Hiệu điện thế cung cấp cho mạch ngoài:*** Nếu bỏ qua điện trở trong của máy phát hoặc mạch ngoài để hở thì: $u = e \Rightarrow u = U_o\sin(\omega t + \varphi)$

Tần số của dòng điện do máy phát điện xoay chiều phát ra được tính bởi công thức $f = \dfrac{np}{60}$.

Trong đó: p là số cặp cực, n là tốc độ quay của rôto.



Ví dụ 2: Chọn câu trả lời **sai**

Trong máy phát điện xoay chiều một pha

A. hệ thống vành khuyên và chổi quét được gọi là bộ góp.

B. phần cảm là bộ phận đứng yên.

C. phần tạo ra dòng điện là phần ứng.

D. phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong máy phát điện, phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm, phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng. Phần cảm cũng như phần ứng có thể là bộ phận đứng yên hay chuyển động ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 3: Máy phát điện xoay chiều một pha có rôto là một nam châm điện có 10 cặp cực. Để phát ra dòng xoay chiều có tần số 50 Hz, vận tốc góc của rôto bằng

A. 300 vòng/phút.   **B.** 500 vòng/phút.

C. 3000 vòng/phút.   **D.** 1500 vòng/phút.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tần số của máy phát được tính $f = \frac{np}{60}$

$\Rightarrow$ tốc độ quay $n = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{10} = 300$ vòng/phút ⇒ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Câu 1: Chọn câu **sai** khi nói về hoạt động của máy phát điện xoay chiều một pha.

A. Máy phát điện xoay chiều có rôto là phần ứng lấy điện ra mạch ngoài nhờ hai vành khuyên và hai chổi quét.

B. Hai vành khuyên và hai chổi quét có tác dụng làm các dây lấy dòng điện ra ngoài không bị xoắn lại.

C. Hai chổi quét nối với hai đầu mạch ngoài và trượt trên hai vành khuyên khi rôto quay.

D. Khi máy phát có phần cảm là rôto thì cần phải dùng bộ góp điện để đưa điện ra mạch ngoài.

Câu 2: Rôto của máy phát điện xoay chiều một pha là phần cảm có 4 cặp cực quay với vận tốc góc là bao nhiêu (tính theo đơn vị rad/s) để tần số của dòng điện tạo ra bởi máy phát là 50 Hz?

A. 50.   **B.** 78,5.   **C.** 12,5.   **D.** 100π.

Ví dụ 4: Một khung dây dẫn có diện tích $S = 50\ cm^2$ gồm 150 vòng dây quay đều với vận tốc 3000 vòng/phút trong một từ trường đều B vuông góc trục quay Δ và có độ lớn $B = 0,02$ T. Từ thông cực đại gửi qua khung dây là

A. 0,015 Wb. **B.** 0,15 Wb. **C.** 1,5 Wb. **D.** 15 Wb.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ thông cực đại gửi qua khung chứa N vòng là:

$\phi_o = NBS = 150.0,02.50.10^{-4} = 150.10^{-4} = 0,015$ Wb ⇒ *Đáp án A.*

Ví dụ 5: Một khung dây dẫn quay đều quanh trục quay xx' với vận tốc 150 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc trục quay của khung. Từ thông cực đại gửi qua khung là $\frac{10}{\pi}$ Wb. Suất điện động hiệu dụng trong khung bằng

A. 25 V. **B.** $25\sqrt{2}$ V. **C.** 50 V. **D.** $50\sqrt{2}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Khung quay với vận tốc 150 vòng/phút tức là 2,5 vòng/giây ⇒ $f = 2,5Hz$

⇒ tần số góc $\omega = 2\pi f = 5\pi$ rad/s.

– Biểu thức suất điện động cảm ứng do máy phát phát tạo ra

$$e = NBS\omega\cos(\omega t + \varphi)$$

⇒ Suất điện động cực đại $E_o = NBS\omega = \phi_o\omega = \frac{10}{\pi}5\pi = 50$ V.

– Suất điện động hiệu dụng $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2}$ V ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Máy phát điện xoay chiều có 10 cặp cực, phần ứng gồm 10 cuộn dây mắc nối tiếp, mỗi cuộn có 20 vòng dây. Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi vòng dây có giá trị cực đại $\frac{10}{\pi}$mWb. Rôto quay với vận tốc 300 vòng/phút. Suất điện động cực đại do máy phát tạo ra là

A. 100 V. **B.** 400V. **C.** 200 V. **D.** $200\sqrt{2}$ V.

Bài toán 2: Một khung dây dẫn phẳng dẹt hình chữ nhật có 500 vòng dây, diện tích mỗi vòng là 220 cm^2. Khung quay đều với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục đối xứng nằm trong mặt phẳng của khung dây, trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay và có độ lớn $\frac{\sqrt{2}}{5\pi}$ T. Suất điện động cực đại trong khung dây bằng

A. $110\sqrt{2}$ V. **B.** $220\sqrt{2}$ V. **C.** 110 V. **D.** 220 V.

(Trích ĐTTS vào các trường Cao đẳng khối A, 2010)

Ví dụ 6: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp. Suất điện động xoay chiều do máy phát sinh ra có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng $100\sqrt{2}$ V. Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $\frac{5}{\pi}$ mWb. Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là

A. 71 vòng. **B.** 200 vòng. **C.** 100 vòng. **D.** 400 vòng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Từ biểu thức suất điện động hiệu dụng của máy $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$ ta có số vòng dây của cả máy phát $N = \frac{\sqrt{2}E}{BS.\omega} = \frac{\sqrt{2}E}{\phi_0.\omega} = \frac{\sqrt{2}.100\sqrt{2}}{\frac{5}{\pi}.10^{-3}.2\pi.50} = 400$ vòng. Do máy có 4 cuộn dây giống nhau nên số vòng dây ở mỗi cuộn là $N_1 = \frac{N}{4} = \frac{400}{4} = 100$ vòng

$\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Một máy phát điện xoay chiều một pha 2 cặp cực với 4 cuộn dây có suất điện động hiệu dụng 220 V, tần số 50 Hz. Biết từ thông cực đại qua mỗi vòng dây là 5 mWb. Vận tốc quay của rôto và số vòng dây của mỗi cuộn dây trong phần ứng là

A. 1500 vòng/phút và 49,5 vòng. **B.** 25 vòng/giây và 99 vòng.

C. 50 vòng/giây và 99 vòng. **D.** 3000 vòng/phút và 49,5 vòng.

Ví dụ 7: Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\Phi = \frac{2.10^{-2}}{\pi}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{Wb})$. Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là

A. $e = -2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$. **B.** $e = 2\pi\sin 100\pi t(\text{V})$.

C. $e = -2\sin 100\pi t(\text{V})$. **D.** $e = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đáp án D vì $e = -\Phi'_{(t)} = -\left[\frac{2.10^{-2}}{\pi}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)\right]'_{(t)} = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{V})$.

Ví dụ 8: Một khung dây dẫn hình chữ nhật có 100 vòng, diện tích mỗi vòng 600 cm^2, quay đều quanh trục đối xứng của khung với vận tốc góc 120 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng 0,2T. Trục quay vuông góc với các đường cảm ứng từ. Chọn gốc thời gian lúc vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây ngược hướng với vectơ cảm ứng từ. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung là

A. $e = 48\pi\sin(40\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{V})$. **B.** $e = 4,8\pi\sin(4\pi t + \pi)(\text{V})$.

C. $e = 48\pi\sin(4\pi t + \pi)(\text{V})$. **D.** $e = 4,8\pi\sin(40\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{V})$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ $f = 2\text{ Hz} \Rightarrow \omega = 4\pi$ rad/s

+ Theo đề ra, từ thông qua mỗi vòng dây là $\Phi = BS.\cos(\omega t + \pi)$.

+ Suất điện động cảm ứng trong khung là $e = -N.\Phi'$

$\Rightarrow e = N\omega BS.\sin(\omega t + \pi) = 4,8.\sin(4\pi t + \pi)(\text{V}) \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một khung dây quay trong từ trường đều có các vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung với tốc độ góc bằng 1800 vòng/phút. Tại thời điểm ban đầu, vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với $\vec{B}$ một góc 30^0. Từ thông cực đại qua khung dây là 0,01Wb. Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung là

A. $e = 0,6\pi\cos\left(60\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$V. **B.** $e = 0,6\pi\cos\left(30\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$V.

C. $e = 0,6\pi\cos\left(60\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$V. **D.** $e = 6\pi\cos\left(30t + \frac{\pi}{3}\right)$V.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 2: Một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục cố định nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với trục quay của khung. Suất điện động cảm ứng trong khung có biểu thức $e = E_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$. Tại thời điểm t = 0, vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc bằng

A. 45^0. **B.** 180^0. **C.** 90^0. **D.** 150^0.

Bài toán 3: Một con lắc đơn gồm một dây kim loại nhẹ có chiều dài của dây l = 1m đầu trên M giữ cố định, đầu dưới N treo quả cầu nhỏ bằng kim loại. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha_0 = 0,1\,\text{rad}$ rồi buông nhẹ cho vật dao động. Đặt con lắc trong từ trường đều B = 0,5T sao cho $\overline{B}$ vuông góc với mặt phẳng dao động của con lắc. Điện áp cực đại giữa M và N là

A. 0,111 V. **B.** 0,039V. **C.** 0,079 V. **D.** 0,055 V.

Có thể tham khảo lời giải bài toán 4 trong sách hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.

Ví dụ 9: Nối hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Bỏ qua điện trở các cuộn dây của máy phát. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 1A. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 3n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $\sqrt{3}$ A. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ 2n vòng/phút thì cảm kháng của đoạn mạch AB là

A. $2R\sqrt{3}$. **B.** $\dfrac{R}{\sqrt{3}}$. **C.** $R\sqrt{3}$. **D.** $\dfrac{2R}{\sqrt{3}}$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Như đã biết $U = \dfrac{NBS\omega}{\sqrt{2}} = \dfrac{NBS2\pi f}{\sqrt{2}} = \dfrac{\sqrt{2}\pi NBSp}{60}n$ và $Z_L = 2\pi f.L = \dfrac{\pi Lp}{30}n$

nên cả U và Z_L đều tỉ lệ thuận với tốc độ quay n.

+ Khi quay với tốc độ n: $U_1^2 = I_1^2(R^2 + Z_{L_1}^2) = R^2 + Z_{L_1}^2$ (1)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 - 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Khi quay với tốc độ 3n thì $U_2^2 = I_2^2(R^2 + Z_{L_2}^2)$, với $U_2 = 3U_1$ và $Z_{L_2} = 3Z_{L_1}$ ta có thể viết $\Rightarrow 9U_1^2 = 3(R^2 + 9Z_{L_1}^2)$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra $Z_{L_1} = \dfrac{R}{\sqrt{3}}$

+ Khi quay với tốc độ 2n thì $Z_{L_3} = 2Z_{L_1}$ nên $Z_{L_3} = \dfrac{2R}{\sqrt{3}} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một đoạn mạch gồm điện trở thuần R = 200 Ω mắc nối tiếp với tụ điện C. Nối 2 đầu đoạn mạch với 2 cực của một máy phát điện xoay chiều một pha, bỏ qua điện trở các cuộn dây trong máy phát. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 200 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 2A. Khi rôto của máy quay đều với tốc độ 400 vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $4\sqrt{2}$ A. Nếu rôto của máy quay đều với tốc độ 800 vòng/phút thì dòng điện qua mạch RC lúc đó bằng bao nhiêu?

Bài toán 2: Cho mạch điện RC với $R = 15\Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một máy phát điện xoay chiều một pha. Khi rô to quay với tốc độ n vòng/phút thì cường độ $I_1 = 1(A)$. Khi rô to quay với tốc độ 2n vòng/phút thì cường độ $I_2 = \sqrt{6}(A)$. Nếu ro to quay với tốc độ 3n vòng/phút thì dung kháng của tụ là:

A. $2\sqrt{5}\Omega$. **B.** $18\sqrt{5}\Omega$. **C.** 3Ω. **D.** $\sqrt{5}\Omega$.

Ví dụ 10: Thế nào là dòng điện xoay chiều ba pha? Nêu cách tạo và cách mắc.

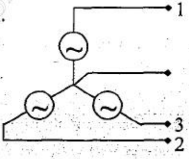
Trả lời:

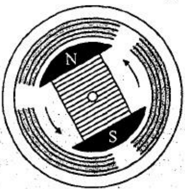
– Dòng điện xoay chiều ba pha: Là hệ thống gồm ba dòng điện xoay chiều gây bởi 3 suất điện động có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch nhau về pha là $\dfrac{2\pi}{3}$, hay về thời gian là $\dfrac{1}{3}$ chu kì.

$e_1 = E_0\cos\omega t$

$e_2 = E_0\cos(\omega t - \dfrac{2\pi}{3})$

$e_3 = E_0\cos(\omega t + \dfrac{2\pi}{3})$





– Dòng 3 pha được tạo bởi máy phát 3 pha: Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Cấu tạo của máy gồm hai phần chính:

+ Phần cảm: là rôto, thường là nam châm điện.

+ Phần ứng: là stato, gồm ba cuộn dây giống hệt nhau quấn quanh lõi thép, chúng được đặt lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên thân stato.

– Có 2 cách mắc mạch điện ba pha:

* *Mắc hình sao*: Mắc 4 dây gồm 3 dây pha (dây nóng) và một dây trung hoà (dây nguội). Tải tiêu thụ không cần đối xứng.

Công thức liên hệ: $\mathbf{U_d = \sqrt{3}\,U_p}$ và $\mathbf{I_d = I_p}$.

Dòng điện trong dây trung hòa được tính từ biểu thức vectơ $\overline{I} = \overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3$

* *Mắc hình tam giác*: Mắc 3 dây. Tải tiêu thụ phải đối xứng.

Công thức liên hệ: $\mathbf{U_d = U_p}$ và $\mathbf{I_d = \sqrt{3}\,I_p}$.

– Ưu điểm của dòng xoay chiều 3 pha

+ Tiết kiệm được số đường dây dẫn tải điện khi truyền tải điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ.

+ Tạo từ trường quay để cho các động cơ công suất lớn hoạt động.

Ví dụ 11: Ở một mạng điện ba pha mắc hình sao, hiệu điện thế giữa dây pha và dây trung hoà $U_P = 127$ V. Hiệu điện thế giữa hai dây pha (U_d) bằng

A. 381 V. **B.** 220 V. **C.** 73,3 V. **D.** 127 V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong cách mắc hình sao $U_d = \sqrt{3}U_p \Rightarrow U_d = \sqrt{3}U_p = \sqrt{3}.127 = 220$ V $\Rightarrow$ *Chọn B.*

Ví dụ 12: Ở một mạng điện ba pha mắc hình tam giác, cường độ dòng điện dây là $I_d = 6$ A. Cường độ dòng điện pha là

A. 6 A. **B.** $6\sqrt{2}$ A. **C.** $6\sqrt{3}$ A. **D.** $2\sqrt{3}$ A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì trong cách mắc hình tam giác $I_d = \sqrt{3}I_p \Rightarrow I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}$ A $\Rightarrow$ *Chọn D.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Ở một mạng điện ba pha mắc hình tam giác, cường độ dòng điện dây $I_d = 6$A. Cường độ dòng điện pha là

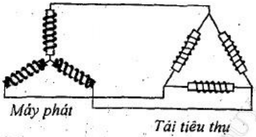
A. 6 A. **B.** $6\sqrt{2}$ A. **C.** $6\sqrt{3}$ A. **D.** $2\sqrt{3}$ A.

Bài toán 2: Trong một máy phát điện xoay chiều ba pha, khi suất điện động ở một pha đạt giá trị cực đại $e_1 = E_0$ thì các suất điện động kia đạt các giá trị nào?

Ví dụ 13: Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc theo hình sao có hiệu điện thế pha là 220 V. Các tải tiêu thụ mắc theo hình tam giác, ở mỗi pha có điện trở thuần là 12 Ω và cảm kháng là 16 Ω. Cường độ dòng điện qua mỗi pha của tải tiêu thụ bằng

A. 11 A. **B.** 19 A. **C.** 22 A. **D.** 12,5 A.

Phân tích và hướng dẫn giải:



Tổng trở của mỗi pha:

$$Z_F = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mỗi pha của tải:

$$I_{Ft} = \frac{U_{Ft}}{Z_F} = \frac{U_{Ft}}{20} \quad (1)$$

Vì các tải mắc theo hình tam giác nên $U_{Ft} = U_d$ (2)

Mặt khác do máy phát mắc theo hình sao nên $U_d = \sqrt{3}U_{Fmp}$ (3)

Từ (2) và (3) suy ra hiệu điện thế pha của tải tiêu thụ gấp $\sqrt{3}$ lần hiệu điện thế pha của máy phát: $U_{Ft} = \sqrt{3}U_{Fmp}$, thay vào (1) ta được:

$$I_{Ft} = \frac{U_{Ft}}{20} = \frac{\sqrt{3}U_{Fmp}}{20} = \frac{\sqrt{3}.220}{20} = 11\sqrt{3} \approx 19(A) \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Ví dụ 14: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 38Ω, pha thứ 3 mắc đèn 24Ω. Dòng điện trong dây trung hoà nhận giá trị

A. 0. **B.** 1,95 (A). **C.** 3,38 (A). **D.** 13,9 (A).

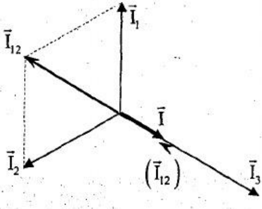
Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Dòng điện qua từng pha, có: $I_1 = I_2 = \frac{220}{38} = \frac{110}{19}$A và $I_3 = \frac{220}{24} = \frac{55}{6}$A

+ Vì ba tải đều mắc điện trở nên các vectơ thành phần $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$ cùng pha so với suất điện động tương ứng của chúng, do đó 3 vectơ thành phần $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$ cũng từng cặp hợp với nhau 120^0 như hình vẽ.

+ Dòng điện trong dây trung hòa được tính từ biểu thức vectơ

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \left(\vec{I}_1 + \vec{I}_2\right) + \vec{I}_3 = \vec{I}_{12} + \vec{I}_3$$



Từ hình vẽ, dễ dàng tìm được $I_{12} = \frac{110}{19}$A và $\vec{I}_{12}$ ngược chiều với $\vec{I}_3$ do đó

$$I = I_3 - I_{12} = \frac{55}{6} - \frac{110}{19} = \frac{385}{114} \approx 3{,}38A \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

✍ *Chú ý: Khi gặp dạng bài toán này, bắt buộc phải tính được độ lớn dòng điện trong từng pha. Bám theo từng loại đối tượng (R, L hay C) của từng pha để vẽ các vectơ dòng tương ứng. Chọn 2 vectơ dòng tổng hợp trước rồi sau đó tổng hợp với vectơ dòng còn lại, độ lớn của vectơ dòng tổng hợp chính là cường độ dòng điện trong dây trung hòa cần tìm.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω, pha thứ 3 mắc cuộn dây thuần cảm có $Z_L = 100\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 2: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1, 2 và 3 đều có một bóng đèn điện trở 100Ω, riêng pha thứ 3 mắc thêm tụ điện có $Z_C = 100\Omega$ nối tiếp bóng đèn. Tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 3: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế dây 220V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω, pha thứ 3 mắc cuộn dây không thuần cảm có $Z_L = 80\Omega$ và $r = 60\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 4: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế pha 100V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 mắc điện trở $R = 100\Omega$, ở pha 2 mắc tụ điện có $Z_C = 100\Omega$, ở pha 3 mắc một cuộn dây thuần cảm có $Z_L = 100\Omega$. Hãy tính cường độ dòng điện trong dây trung hoà?

Bài toán 5: Một máy phát điện ba pha mắc hình sao có hiệu điện thế pha 200V. Các tải mắc theo hình sao, ở pha 1 và 2 cùng mắc một bóng đèn có điện trở 100Ω, pha thứ 3 mắc tụ điện. Biết dòng điện trong dây trung hoà là 2,82A. Tìm dung kháng của tụ điện? *(Từ đó bạn hãy rút ra cách làm các bài toán ngược tương tự)*

Ví dụ 15: Tóm lược nguyên tắc, cấu tạo và đặc điểm của động cơ không đồng bộ 3 pha.

Trả lời:

– Nguyên tắc hoạt động: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.

– Động cơ không đồng bộ 3 pha có cấu tạo gồm 2 phần:

  + *Stato*: giống stato của máy phát điện xoay chiều 3 pha.

+ *Rôto*: dạng hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn quanh lõi thép.

– Khi đưa dòng xoay chiều 3 pha vào 3 cuộn dây, cảm ứng từ do từng cuộn dây tạo ra tại O: $B_1 = B_m\cos\omega t$ $\quad B_2 = B_m\cos\left(\omega t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$ $\quad B_3 = B_m\cos\left(\omega t + \dfrac{2\pi}{3}\right)$ nên cảm ứng từ tổng hợp tại O: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$ có độ lớn $B = \dfrac{3}{2}B_m$ và có đầu mút quay xung quanh O với tốc độ góc ω. Tuy nhiên rôto của động cơ lại quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ này, vì thế người ta gọi nó là động cơ không đồng bộ.

Ví dụ 16: Người ta gọi là động cơ không đồng bộ ba pha vì

A. pha của ba dòng điện trong ba cuộn dây là khác nhau.

B. ba cuộn dây trong động cơ không giống nhau.

C. tốc độ quay của rôto không bằng tốc độ quay của từ trường quay.

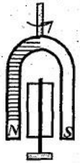
D. dòng điện trong ba cuộn dây không đạt cực đại cùng một lúc.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì tốc độ quay của rôto không bằng tốc độ quay của từ trường quay ⇒ *Đáp án C*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Bố trí thí nghiệm như hình bên, nam châm chữ U có thể quay quanh một trục, khung dây kín đặt trong lòng nam châm chữ U và cũng có thể quay quanh một trục. Quay nam châm chữ U sao cho tốc độ quay ổn định với với vận tốc góc ω_0 thì khung dây



A. quay với vận tốc góc $\omega = \omega_0$.

B. quay với vận tốc góc $\omega < \omega_0$.

C. quay với vận tốc góc $\omega > \omega_0$.

D. đứng yên.

Bài toán 2: Trong động cơ không đồng bộ ba pha, khi từ trường của một cuộn hướng ra ngoài và đạt giá trị cực đại là B_0 thì từ trường của hai cuộn còn lại như thế nào?

A. Bằng $\dfrac{1}{2}B_0$ và hướng vào trong. **B.** Bằng $\dfrac{1}{2}B_0$ và hướng ra ngoài.

C. Bằng $\dfrac{1}{3}B_0$ và hướng vào trong. **D.** Bằng $\dfrac{1}{3}B_0$ và hướng ra ngoài.

Bài toán 3: Gọi B_0 là cảm ứng từ cực đại của một trong ba cuộn dây ở động cơ không đồng bộ ba pha, cảm ứng từ tổng hợp của từ trường quay tại tâm stato có trị số bằng bao nhiêu?

A. $B = 3B_0$. **B.** $B = 1,5B_0$. **C.** $B = B_0$. **D.** $B = 0,5B_0$.

Ví dụ 17: Một động cơ không đồng bộ ba pha, có ba cuộn dây giống hệt nhau mắc hình sao. Mạch điện ba pha dùng để chạy động cơ này phải dùng số dây dẫn là

A. 3 dây. **B.** 4 dây. **C.** 5 dây. **D.** 6 dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì ba cuộn dây của tải giống nhau nên tạo thành mạch ba pha đối xứng

⇒ dòng điện trong dây trung hòa bằng không ⇒ không cần dây trung hòa

⇒ *Đáp án A*.

Ví dụ 18: Một động cơ không đồng bộ ba pha đấu theo hình tam giác vào một mạng điện ba pha có hiệu điện thế dây 220 V. Biết dòng điện dây là 10 A và hệ số công suất cosφ = 0,8. Động cơ tiêu thụ công suất là

A. 1760 W. **B.** $1,76\sqrt{3}$ kW. **C.** 5,28 kW. **D.** 2,64 kW.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P = 3U_pI_p\cos\varphi = 3U_d\frac{I_d}{\sqrt{3}}\cos\varphi = 3.220.\frac{10}{\sqrt{3}}.0,8 = 1760\sqrt{3}\text{ W} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một động cơ không đồng bộ ba pha có hiệu điện thế định mức mỗi pha là 220 V. Biết công suất của động cơ là 10,56 kW và hệ số công suất bằng 0,8. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mỗi cuộn dây của động cơ là

A. 60 A. **B.** 50 A. **C.** 20 A. **D.** 6 A.

Bài toán 2: Một động cơ không đồng bộ ba pha có hiệu điện thế định mức mỗi pha bằng 380V, hệ số công suất là k = 0,85. Điện năng tiêu thụ của động cơ trong 1 ngày là 232,56kW.h. Cường độ hiệu dụng của mỗi cuộn dây trong động cơ là

A. 30 A. **B.** 50 A. **C.** 10 A. **D.** 6 A.

Ví dụ 19: Một động cơ điện sản ra một công suất 16 kW cho bên ngoài sử dụng. Hiệu suất của động cơ là 80%. Trong một giờ điện năng tiêu thụ của động cơ là

A. 16000 kJ. **B.** 72000 kJ. **C.** 80000 kJ. **D.** 20000 kJ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Động cơ cung cấp cho bên ngoài công suất cơ học 16 kW chỉ bằng 80% của công suất điện mà động cơ đã tiêu thụ, vì vậy công suất điện mà động cơ đã tiêu thụ là $P_{tt} = \frac{P_{ci}}{H}.100\% = \frac{16}{80\%}.100\% = 20\text{ kW}$

+ Từ $P_{tt} = \frac{A}{t}$ ta có điện năng mà động cơ tiêu thụ trong một giờ là:

$A = P_{tt}.t = 20.10^3.3600 = 72.10^6\text{ W}$ ⇒ *Đáp án B.*

Ví dụ 20: Động cơ điện tiêu thụ công suất 10 kW và cung cấp cho bên ngoài năng lượng 9000 J trong 1s. Dòng điện qua động cơ là 10 A. Điện trở thuần của cuộn dây trong động cơ là

A. 100 Ω. **B.** 10 Ω. **C.** 90 Ω. **D.** 9 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất cơ học có ích mà động cơ cung cấp cho bên ngoài

$$P_{ci} = \frac{A_{ci}}{t} = \frac{9000}{1} = 9000\text{ W}$$

+ Vì công suất tiêu thụ toàn phần của động cơ chuyển hóa thành công cơ học có ích và công suất hao phí $P_{tp} = P_{ci} + P_{hp}$ nên ta tính được công suất hao phí vì nhiệt là $P_{hp} = P_{tp} - P_{ci} = 10.000 - 9000 = 1000\text{ W}$

+ Mặt khác, hao phí vì nhiệt $P_{hp} = I^2.R$ nên điện trở thuần của cuộn dây trong động cơ là $R = \frac{P_{hp}}{I^2} = \frac{1000}{10^2} = 10\ \Omega$ ⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một động cơ điện xoay chiều tiêu thụ công suất 1500 W và có hiệu suất 80%. Công cơ học do động cơ sinh ra trong 1 giờ là

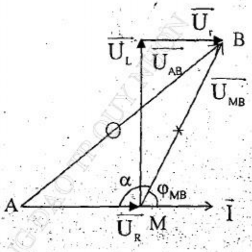
A. $21,6.10^6$J. **B.** 216.10^6J. **C.** $4,32.10^6$J. **D.** $0,216.10^6$J.

Ví dụ 21: Một động cơ điện có ghi 220V – 176W, cosφ = 0,8 được mắc vào mạch điện có điện áp hiệu dụng 380V. Để động cơ hoạt động bình thường, phải mắc nối tiếp động cơ với một điện trở thuần có giá trị là

A. 180 Ω. **B.** 300 Ω. **C.** 220 Ω. **D.** 176 Ω.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:



Giản đồ vectơ cho mạch điện gồm điện trở R mắc nối tiếp với động cơ (L,r) như hình vẽ.

Trên hình vẽ này:

+ U_{AB} là điện áp đặt vào mạch nên $U_{AB} = 380V$

+ U_{MB} là điện áp đặt vào động cơ, để động cơ hoạt động bình thường thì $U_{MB} = 220V$

+ Góc α và φ_{MB} bù nhau $\Rightarrow \cos\alpha = -\cos\varphi_{MB}$

Như vậy, theo giản đồ vectơ này thì trong tam giác AMB đã biết hai cạnh U_{AB}, U_{MB} và góc α.

Áp dụng định lí hàm số cosin cho ΔAMB ta có:

$$U_{AB}^2 = U_R^2 + U_{MB}^2 - 2U_RU_{MB}.\cos\alpha \quad \Rightarrow 380^2 = U_R^2 + 220^2 - 2U_R.220.(-0,8)$$

$\Rightarrow U_R = 180V$. Để tính R ta cần tìm I.

Vì dòng điện qua R cũng là dòng qua động cơ nên $I = \dfrac{P}{U_{MB}\cos\varphi_{MB}} = \dfrac{176}{220.0,8} = 1$ A.

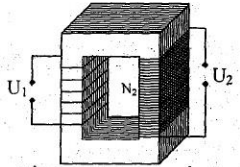
Vậy điện trở thuần cần tìm $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{180}{1} = 180\ \Omega \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: *Trích ĐTTS ĐH khối A, 2010.* Trong giờ học thực hành, học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R rồi mắc hai đầu đoạn mạch này vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380V. Biết quạt này có các giá trị định mức: 220V – 88W và khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu quạt và cường độ dòng điện qua nó là φ, với cosφ = 0,8. Để quạt điện này chạy đúng công suất định mức thì R bằng

A. 180 Ω. **B.** 354 Ω. **C.** 276 Ω. **D.** 361 Ω.

Ví dụ 22: Tóm tắt lí thuyết về máy biến thế và sự truyền tải điện năng

Hướng dẫn:



– Máy biến thế hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, cấu tạo gồm 2 phần:

+ Một lõi thép gồm nhiều lá thép kĩ thuật mỏng ghép cách điện với nhau nhằm hạn chế dòng điện Phucô.

+ Hai cuộn dây làm bằng đồng, điện trở rất nhỏ, cùng quấn trên lõi thép, số vòng của hai cuộn dây là khác nhau. Cuộn dây nối với mạng điện xoay chiều gọi là cuộn sơ cấp, có N_1 vòng. Cuộn dây nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp, có N_2 vòng dây.

– Sự biến đổi hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong máy biến thế

Gọi U_1, I_1, N_1, P_1 lần lượt là hiệu điện thế, cường độ dòng điện, số vòng dây, công suất của cuộn sơ cấp.

U_2, I_2, N_2, P_2 là hiệu điện thế, dòng điện, số vòng dây, công suất của cuộn thứ cấp.

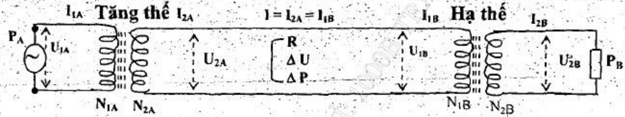
Ta có $P_1 = U_1I_1$; $P_2 = U_2I_2$ và hiệu suất của máy biến thế $H = \frac{P_2}{P_1}.100\%$

Trường hợp lí tưởng H = 100% thì $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

+ Nếu $N_1 < N_2 \Rightarrow U_1 < U_2$: máy tăng thế.

+ Nếu $N_1 > N_2 \Rightarrow U_1 > U_2$: máy hạ thế.

– Truyền tải điện năng đi xa: Gọi P là công suất điện cần truyền tải từ nơi sản xuất tới nơi tiêu thụ, U là hiệu điện thế ra ở máy phát điện, I là cường độ dòng điện trên đường dây. Ta có $P = UI\cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U.\cos\varphi}$.



$\Rightarrow$ Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = I^2R = \frac{P^2}{U^2\cos^2\varphi}R$

Thường xét $\cos\varphi = 1$ khi đó $\Delta P = \frac{P^2}{U^2}R$

Độ giảm thế trên đường dây tải điện: $\Delta U = IR$

Hiệu suất trong việc truyền tải điện năng: $H = \frac{P - \Delta P}{P}.100\%$

Ví dụ 23: Trong máy biến thế

A. cuộn sơ cấp là cuộn nối với nguồn điện cần biến đổi hiệu điện thế.

B. cuộn thứ cấp là cuộn nối với nguồn điện cần biến đổi hiệu điện thế.

C. cuộn sơ cấp là cuộn nói với tải tiêu thụ của mạch ngoài.

D. hao phí của máy biến thế chủ yếu là do bức xạ điện từ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong máy biến thế, cuộn sơ cấp là cuộn dây nối với mạng điện xoay chiều cần biến đổi hiệu điện thế. Cuộn dây còn lại nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp. Hao phí chủ yếu ở máy biến thế là hao phí do dòng điện Phucô trong lõi và tỏa nhiệt trên các cuộn dây $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Máy biến thế có thể dùng biến đổi hiệu điện thế của nguồn điện nào sau đây?

A. Ắc quy. **B.** Nguồn điện xoay chiều.
C. Pin. **D.** Nguồn điện một chiều.

Ví dụ 24: Số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp của một máy biến thế thế lần lượt là N_1 và N_2. Nếu dòng điện chạy trong cuộn sơ cấp là I_1 thì cường độ dòng điện ở trong cuộn thứ cấp là

A. $I_2 = \frac{N_2}{N_1} I_1$ **B.** $I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$ **C.** $I_2 = \sqrt{\frac{N_2}{N_1}} I_1$ **D.** $I_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 I_1$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức máy biến thế $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$ $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 25: Một máy biến thế có số vòng cuộn sơ cấp lớn hơn số vòng cuộn thứ cấp. Máy biến thế có tác dụng

A. giảm cường độ dòng điện, tăng hiệu điện thế.
B. giảm cường độ dòng điện, giảm hiệu điện thế.
C. tăng cường độ dòng điện, tăng hiệu điện thế.
D. tăng cường độ dòng điện, giảm hiệu điện thế.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Từ: } \left.\begin{matrix} \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \\ N_1 > N_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} U_1 > U_2 \\ I_2 > I_1 \end{cases} \Rightarrow \textit{Đáp án D.}$$

Bài tập vận dụng: Một máy biến thế có số vòng dây của cuộn dây sơ cấp nhỏ hơn số vòng dây của cuộn thứ cấp. Máy biến thế này có tác dụng nào sau đây?

A. Giảm cường độ dòng điện và tăng hiệu điện thế.
B. Tăng cường độ dòng điện và giảm hiệu điện thế.
C. Giảm cả cường độ dòng điện lẫn hiệu điện thế.
D. Tăng cả cường độ dòng điện và hiệu điện thế.

Ví dụ 26: Cuộn sơ cấp của máy biến thế có $N_1 = 2200$ vòng mắc vào mạng điện 110V. Để có thể thắp sáng bình thường bóng đèn 3 V thì số vòng của cuộn thứ cấp phải là

A. 80. **B.** 60. **C.** 45. **D.** 50.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Muốn đèn sáng bình thường phải có $U_2 = 3$ V.

Từ $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = \frac{U_2}{U_1} N_1 = \frac{3}{110}.2200 = 60$ vòng $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Số vòng dây của cuộn sơ cấp của một máy biến thế là $N_1 = 1000$. Nếu đặt vào hai đầu của cuộn sơ cấp một hiệu điện thế xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng là 2 kV thì hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn thứ cấp là 100 V. Số vòng dây của cuộn thứ cấp là

A. 50. **B.** 100. **C.** 200. **D.** 500.

Bài toán 2: Một máy biến thế lí tưởng, khi cuộn sơ cấp (gọi là cuộn 1) nối với nguồn điện xoay chiều $U_1 = 110V$ thì điện áp đo được ở cuộn thứ cấp (cuộn 2) là $U_2 = 220V$. Nếu nối cuộn 2 với nguồn U_1 thì hiệu điện thế đo được ở cuộn 1 là

A. 110V. **B.** 45V. **C.** 440V. **D.** 55V.

Bài toán 3: Mắc cuộn thứ nhất của một máy biến áp vào một nguồn điện xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ hai để hở là 20 V. Mắc cuộn thứ hai vào nguồn điện xoay chiều đó thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ nhất để hở 7,2 V. Bỏ qua điện trở thuần trong các cuộn dây của máy biến áp. Điện áp hiệu dụng của nguồn điện bằng

A. 144V. **B.** 12V. **C.** 5,2V. **D.** 13,6V.

Bài toán 4: Một máy biến áp có hiệu suất bằng 1, số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là 1000 vòng và 50 vòng. Điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp 220V, cường độ dòng điện là 0,18A. Hệ số công suất của mạch sơ cấp và mạch thứ cấp lần lượt là 1 và 0,9. Cường độ hiệu dụng ở mạch thứ cấp là

A. 6A. **B.** 8A. **C.** 2A. **D.** 4A.

Ví dụ 27: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt n vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là U, nếu tăng thêm n vòng dây thì điện áp đó là 2U. Nếu tăng thêm 3n vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng

A. 100V. **B.** 200V. **C.** 220V. **D.** 110V.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức máy biến thế $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1$ viết cho các trường hợp có:

$$100 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 \quad (1) \qquad U = \frac{N_2 - n}{N_1}.U_1 \quad (2)$$

$$2U = \frac{N_2 + n}{N_1}.U_1 \quad (3) \qquad U_{2x} = \frac{N_2 + 3n}{N_1}.U_1 \quad (4)$$

Từ (2) và (3) suy ra $n = \frac{N_2}{3}$, thay giá trị này vào (4) được $U_{2x} = \frac{2N_2}{N_1}.U_1$ rồi đối chiếu với (1) ta có $U_{2x} = 2.\frac{N_2}{N_1}.U_1 = 2.100 = 200V \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một máy biến áp lí tưởng, cuộn sơ cấp được nối với một nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Khi tăng số vòng dây của cuộn cuộn sơ cấp thêm n vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là U. Khi giảm số vòng dây của cuộn cuộn sơ cấp đi n vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 2U. Khi tăng số vòng dây của cuộn sơ cấp lên 3n vòng thì điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là

A. 50V. **B.** 100V. **C.** 25V. **D.** 45V.

Câu 28: Một học sinh quấn một máy biến áp với dự định số vòng dây của cuộn sơ cấp gấp hai lần số vòng dây của cuộn thứ cấp. Do sơ suất nên cuộn thứ cấp bị thiếu một số vòng dây. Muốn xác định số vòng dây thiếu để quấn tiếp thêm vào cuộn thứ cấp cho đủ, học sinh này đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, rồi dùng vôn kế xác định tỉ số điện áp ở cuộn thứ cấp để hở và cuộn sơ cấp. Lúc đầu tỉ số điện áp bằng 0,43. Sau khi quấn thêm vào cuộn thứ cấp 24 vòng dây thì tỉ số điện áp bằng 0,45. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến áp. Để được máy biến áp đúng như dự định, học sinh này phải tiếp tục quấn thêm vào cuộn thứ cấp

A. 40 vòng dây. **B.** 84 vòng dây. **C.** 100 vòng dây. **D.** 60 vòng dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gọi số vòng cuộn sơ cấp là Ns, số vòng cuộn thứ cấp ban đầu là N_2. Ta có hệ:

$$\begin{cases} \dfrac{N_2}{N_s} = 0,43 \\ \dfrac{N_2 + 24}{N_s} = 0,45 \end{cases} \text{giải ra ta được } \begin{cases} N_s = 1200 \\ N_2 = 516 \end{cases}$$

Theo đề ra, số vòng cuộn thứ cấp cần có là $N_t = \frac{N_s}{2} = \frac{1200}{2} = 600$ vòng

Vì vậy tổng số vòng cần bổ sung là: $\Delta N = 600 - 516 = 84$ vòng. Nhưng học sinh này trước đó đã quấn 24 vòng rồi nên chỉ cần cuốn thêm 84 – 24 = 60 vòng nữa.

$\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Một máy biến áp lý tưởng có số vòng dây ở cuộn sơ cấp không đổi nhưng số vòng dây ở cuộn thứ cấp thay đổi được. Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều không đổi. Nếu tăng số vòng dây ở cuộn thứ cấp thêm 100vòng thì điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp thay đổi 20% so với lúc đầu. Số vòng dây ở cuộn thứ cấp lúc đầu là

A. 2000 vòng **B.** 1000 vòng **C.** 800 vòng **D.** 500 vòng

Ví dụ 29: Máy biến thế có 110 vòng ở cuộn sơ cấp và 220 vòng ở cuộn thứ cấp. Cuộn dây sơ cấp có điện trở thuần r = 3 Ω và cảm kháng Z_L= 4 Ω. Cuộn thứ cấp để hở. Nối hai đầu cuộn sơ cấp với hiệu điện thế 40 V thì hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp là

A. 80 V. **B.** 72V. **C.** 64V. **D.** 32V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tổng trở của cuộn sơ cấp $Z_1 = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\ \Omega$. Phân tích điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp làm hai thành phần U_{L1} và U_{r1}. Chính U_{L1} là suất điện động tự cảm e_1 xuất hiện ở cuộn sơ cấp: $E_1 = I_1.Z_L = \frac{U_1}{Z}.Z_L = \frac{40}{5}.4 = 32\ V$

Do cuộn thứ cấp để hở nên $U_2 = E_2 = E_1\frac{N_2}{N_1} = 32.\frac{220}{110} = 64\ V \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một máy biến thế có N_1= 1000 vòng, N_2=2000 vòng. Hiệu điện thế hiệu dụng của cuộn sơ cấp là U_1 = 110 V và của cuộn thứ cấp khi để hở là U_2= 216 V. Tỉ số giữa điện trở thuần và cảm kháng của cuộn sơ cấp là

A. 0,19. **B.** 0,16. **C.** 0,13. **D.** 0,08.

Bài toán 2: Một máy biến áp có số vòng cuộn thứ cấp gấp đôi số vòng cuộn sơ cấp. Cuộn sơ cấp có độ tự cảm L = 0,1/π (H) và điện trở trong r = 10 Ω. Nối cuộn sơ cấp với nguồn có f = 50 Hz và hiệu điện thế hiệu dụng U. Cho rằng từ thông không bị thất thoát ra ngoài lõi. Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp để hở là

A. 2U. **B.** U. **C.** $U\sqrt{2}$. **D.** 0,5U.

Ví dụ 30: Biện pháp nào sau đây thường được chọn để làm giảm hao phí điện năng trên đường dây khi tải điện đi xa?

A. Tăng tiết diện của dây. **B.** Giảm chiều dài của dây.

C. Chọn dây có điện trở suất nhỏ. **D.** Tăng hiệu điện thế ở nơi truyền đi.

Phân tích và hướng dẫn giải:

– Công suất hao phí trên đường dây $\Delta P = RI^2 = R\frac{P^2}{U^2\cos^2\varphi}$

– Điện trở thuần của đường dây $R = \rho.\frac{l}{S}$.

– Việc giảm R bằng cách chọn dây có điện trở suất nhỏ, hoặc tăng tiết diện dây hoặc giảm chiều dài của dây sẽ tốn kém hoặc không thể thực hiện được. Cách phù hợp nhất để làm giảm hao phí điện năng trên đường dây là tăng hiệu điện thế U ở nơi truyền đi $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 31: Với cùng công suất, khi tăng hiệu điện thế hiệu dụng ở nơi truyền đi lên 20 lần thì công suất hao phí điện năng trên đường dây giảm bao nhiêu lần?

A. 20 lần. **B.** 400 lần. **C.** 100 lần. **D.** 40 lần.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có công suất hao phí điện năng trên đường dây $\Delta P = R\dfrac{P^2}{U^2}$

Nếu U tăng 20 lần thì ΔP sẽ giảm 400 lần $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Khi hiệu điện thế ở hai đầu dây tải tăng 50 lần thì công suất hao phí trên đường dây

A. giảm 50 lần. **B.** tăng 50 lần. **C.** tăng 2500 lần. **D.** giảm 2500 lần.

Ví dụ 32: Máy phát điện xoay chiều có công suất 3 MW, dòng điện mà nó phát ra sau khi được tăng thế lên đến 100 kV và truyền đi xa bằng một đường dây có điện trở tổng cộng 50 Ω. Công suất hao phí điện năng trên đường dây là

A. 600 W. **B.** 45.10^8 W. **C.** 4,5 kW. **D.** 45 kW.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì công suất hao phí $\Delta P = R\dfrac{P^2}{U^2} = 50\dfrac{\left(3.10^6\right)^2}{\left(100.10^3\right)^2} = 45000\ \text{W} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 33: Người ta cần tải đi một công suất 200 kW dưới hiệu điện thế 2 kV. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau một ngày đêm lệch nhau 600 kWh. Hiệu suất của quá trình tải điện là

A. 87,5%. **B.** 92,5%. **C.** 75%. **D.** 80%.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Công suất hao phí trong quá trình tải điện:

$$\Delta P = \frac{\Delta A}{t} = \frac{600.10^3.3600}{24.3600} = 25.10^3\ \text{W} = 25\text{kW}$$

+ Hiệu suất của quá trình tải điện:

$$H = \frac{P_{ci}}{P_{tp}} = \frac{P_{tp} - \Delta P}{P_{tp}} = \frac{200-25}{200} = 0,875 = 87,5\% \quad \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng: Công suất truyền đi của một trạm phát điện là 200 kW. Hiệu số chỉ của các công tơ điện ở trạm phát và ở nơi thu sau một ngày đêm lệch nhau 480 kWh. Hiệu suất tải điện là

A. 95%. **B.** 70%. **C.** 90%. **D.** 80%.

Ví dụ 34: Một trạm phát điện, có hiệu điện thế 500V truyền đi một công suất P = 50kW trên một đường dây có điện trở tổng cộng là $R = 4\Omega$ tới tải tiêu thụ.

a) Tính công suất hao phí trên đường dây, độ giảm thế, hiệu suất của sự truyền tải điện năng và hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ.

b) Nếu trước khi đưa lên đường dây tải điện, người ta nối hai cực của máy phát điện với một máy biến thế lí tưởng có tỉ số các vòng dây của cuộn sơ cấp trên cuộn thứ cấp 0,1 để tăng áp. Hãy tính lại công suất hao phí trên đường dây, độ giảm thế, hiệu suất của sự truyền tải điện năng và hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Khi chưa dùng máy tăng thế, hiệu điện thế đưa lên đường dây là 500V.

+ Công suất hao phí trên đường dây:

$$P_{hp} = \frac{P^2}{U^2}R = \frac{50000^2}{500^2}4 = 40.000(W) = 40(kW)$$

+ Hiệu suất truyền tải: $H = \dfrac{P - P_{hp}}{P} = \dfrac{50000 - 40000}{50000} = 0,20 = 20(\%)$

+ Độ giảm thế trên đường dây: $\Delta U = IR = \dfrac{P}{U}R = \dfrac{50000}{500}.4 = 400(V)$

+ Hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ điện: $U' = U - \Delta U = 500 - 400 = 100(V)$

b) Khi dùng máy tăng thế với tỉ số số vòng dây theo đề ra, hiệu điện thế đưa lên đường dây được tăng lên 10 lần, tức là 5000V, tương tự ta có:

+ Công suất hao phí trên đường dây:

$$P_{hp} = \frac{P^2}{U_2^2}R = \frac{50000^2}{5000^2}4 = 400(W) = 0,4(kW)$$

Hiệu suất truyền tải: $H = \dfrac{P - P_{hp}}{P} = \dfrac{50000 - 400}{50000} = 0,992 = 99,2(\%)$

Độ giảm thế trên đường dây: $\Delta U = IR = \dfrac{P}{U}R = \dfrac{50000}{5000}.4 = 40(V)$

Hiệu điện thế tại nơi tiêu thụ điện: $U' = U - \Delta U = 5000 - 40 = 4960(V)$

⇨ *Qua bài toán trên, chúng ta có thể hiểu được vai trò, tác dụng của máy tăng thế trong việc truyền tải điện năng đi xa.*

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một trạm phát điện truyền đi một công suất 10^5 W trên dây dẫn có điện trở $R = 8\,\Omega$. Điện áp từ trạm phát điện là $U = 10^3$ V. Hiệu suất tải điện là

A. 30%. **B.** 40%. **C.** 50%. **D.** 20%.

Bài toán 2: Người ta cần truyền một công suất điện P = 2MW đến nơi tiêu thụ bằng đường dây 1 pha, hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đường dây truyền tải 10kV. Mạch điện có hệ số công suất k = 0,9. Muốn cho hiệu suất truyền tải đạt trên 90% thì điện trở của đường dây phải thỏa mãn

A. $R < 4{,}05\Omega$. **B.** $R < 2{,}05\Omega$. **C.** $R < 6{,}05\Omega$. **D.** $R < 8{,}05\Omega$.

Bài toán 3: Điện năng được truyền tới nơi tiêu thụ cách nhà máy 10 km. Dây dẫn làm bằng kim loại có điện trở suất $\rho = 2{,}5.10^{-8}\,\Omega\text{m}$, tiết diện dây $S = 1{,}2\text{cm}^2$, hệ số công suất của mạch điện là k = 0,9. Điện áp hiệu dụng và công suất truyền đi ở trạm phát điện tương ứng là 10kV và 5MW. Hiệu suất của sự truyền tải điện năng là

A. 90,75%. **B.** 88,14%. **C.** 74,28%. **D.** 87,14%.

Ví dụ 35: Điện năng từ một máy phát điện được truyền đi dưới hiệu điện thế 2 kV. Hiệu suất của quá trình tải điện là 80%. Muốn hiệu suất tải điện tăng lên đến 95% thì phải tăng hiệu điện thế lên đến giá trị

A. 2,5 kV. **B.** 3 kV. **C.** 4 kV. **D.** 5 kV.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Ta có: $H = \dfrac{P_{ci}}{P_{tp}} = \dfrac{P_{tp} - \Delta P}{P_{tp}} = 1 - \dfrac{\Delta P}{P_{tp}} = 1 - \dfrac{\dfrac{P_{tp}^2}{U^2}R}{P_{tp}} = 1 - \dfrac{P_{tp}}{U^2}R$. Suy ra $U^2 = \dfrac{P_{tp}.R}{(1-H)}$

+ Viết cho 2 trường hợp ta có $U_1^2 = \dfrac{P_{tp}.R}{(1-H_1)}$ và $U_2^2 = \dfrac{P_{tp}.R}{(1-H_2)}$ $\Rightarrow \dfrac{U_2^2}{U_1^2} = \dfrac{(1-H_1)}{(1-H_2)}$

$$\Rightarrow U_2 = U_1\sqrt{\frac{(1-H_1)}{(1-H_2)}} = 2\sqrt{\frac{(1-0{,}8)}{(1-0{,}95)}} = 2.2 = 4\text{kV} \Rightarrow \textit{Đáp án C.}$$

➢ *Chú ý: Nên nhớ biểu thức liên hệ* $\boxed{\dfrac{U_2^2}{U_1^2} = \dfrac{(1-H_1)}{(1-H_2)}}$ *để làm các bài toán xuôi ngược khác cho nhanh.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Điện năng được truyền đi xa với công suất không đổi P và hiệu điện thế hiệu dụng U = 10kV, hiệu suất của quá trình truyền tải H = 80%. Để hiệu suất của quá trình truyền tải đạt được là 95%, thì phải tăng hiệu điện thế lên đến giá trị

A. 20kV. **B.** 25kV. **C.** 30kV. **D.** 25kV.

Bài toán 2: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa cần tăng điện áp của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm công suất hao phí trên đường dây đi 100 lần. Giả thiết công suất nơi tiêu thụ nhận được không đổi, điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i. Biết ban đầu độ giảm điện thế trên đường dây bằng 15% điện áp của tải tiêu thụ.

C. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP

Bài 1: Máy biến thế có $N_1 = 2000$ vòng, $N_2 = 400$ vòng. Trong 1 phút, từ thông biến thiên qua tiết diện thẳng của lõi thép là 10Wb. Tính suất điện động xuất hiện ở 2 cuộn.

Bài 2: Một dòng điện xoạy chiều một pha, công suất 22 MW được truyền bằng đường dây cao thế 110kV qua 1 khoảng cách 50km. Dây truyền bằng đồng, tiết diện tròn, điện trở suất $1,7.10^{-8}\,\Omega$m. Mong muốn sự hao tổn không được vượt quá 10% công suất cung cấp.

a) Điện trở dây không vượt quá giới hạn nào?

b) Đường kính của dây không được nhỏ hơn giới hạn nào?

Bài 3: Điện năng được truyền tải từ trạm tăng thế đến trạm hạ thế nhờ các dây dẫn có điện trở tổng cộng là $R = 15\Omega$ (bỏ qua tác dụng của cảm kháng và dung kháng trên đường dây). Ở đầu ra của cuộn thứ cấp của máy hạ thế ta cần một công suất 11kW với cường độ dòng điện hiệu dụng 100A cho phụ tải thuần trở. Biết rằng tỉ số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy hạ thế bằng 10. Bỏ qua mọi hao phí ở các máy biến thế.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở 2 đầu cuộn thứ cấp và cường độ dòng điện trong mạch sơ cấp của máy hạ thế.

b) Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu đoạn thứ cấp của máy tăng thế.

c) Nếu tại nơi đặt máy hạ thế ta vẫn cần một dòng điện có công suất và cường độ như cũ nhưng không dùng các máy tăng thế và hạ thế thì sự hao phí công suất trên đường dây sẽ là bao nhiêu và tăng lên bao nhiêu lần so với khi dùng các máy biến thế.

Bài 4: Một đường điện xoay chiều ba pha 4 dây a, b, c, d. Một bóng đèn khi mắc vào giữa dây a và dây b hoặc giữa dây b và dây c hoặc giữa dây b và dây d thì sáng bình thường. Dùng đèn đó mắc vào giữa dây a và dây c thì

A. đèn sáng bình thường.

B. đèn sáng yếu hơn bình thường.

C. bóng đèn hỏng vì điện áp cao.

D. bóng đèn không sáng vì điện áp thấp.

Bài 5: Khi đặt đầu bút thử bút điện lần lượt vào từng cực của một ổ cắm điện xoay chiều 220 V, ta thấy ở một cực, đèn hiệu của bút điện sáng lên (cực này gọi là pha nóng N), còn ở cực còn lại thì đèn hiệu của bút điện không sáng (gọi là pha nguội Z), điều đó cho thấy rằng

A. điện thế pha nóng N luôn lớn hơn điện thế pha nguội Z.

B. pha nóng N có sự chênh lệch điện áp so với người cầm bút thử điện.

C. pha nóng N có điện thế luôn lớn hơn điện thế của người cầm bút thử điện.

D. pha nguội Z có điện thế luôn không đổi và bằng 0 so với pha nóng N.

Bài 6: Một máy biến áp lý tưởng gồm một cuộn sơ cấp và hai cuộn thứ cấp. Cuộn sơ cấp có $n_1 = 1320$ vòng, điện áp $U_1 = 220V$. Cuộn thứ cấp thứ nhất có $U_2 = 10V$, $I_2 = 0,5A$. Cuộn thứ cấp thứ 2 có $n_3 = 25$ vòng, $I_3 = 1,2A$. Cường độ dòng điện qua cuộn sơ cấp là

A. $I_1 = 0,035A$. **B.** $I_1 = 0,045A$. **C.** $I_1 = 0,023A$. **D.** $I_1 = 0,055A$.

Bài 7: Mắc cuộn thứ nhất của một máy biến áp vào một nguồn điện xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ hai để hở là 20 V. Mắc cuộn thứ hai vào nguồn điện xoay chiều đó thì điện áp hiệu dụng trong cuộn thứ nhất để hở 7,2 V. Bỏ qua điện trở thuần trong các cuộn dây của máy biến áp. Điện áp hiệu dụng của nguồn điện bằng

A. 144V. **B.** 12V. **C.** 5,2V. **D.** 13,6 V.

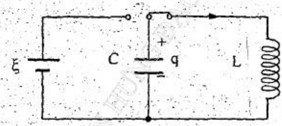
DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Chủ đề 10: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN

I. Dao động điện từ

1. Sự biến thiên

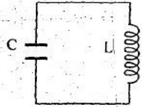


a) Điện tích. Điện tích giữa hai bản tụ C biến thiên điều hoà theo phương trình:

$q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$. Trong đó tần số góc

$\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

b) Suất điện động cảm ứng trọng cuộn dây L thuần cảm



$e = u = \dfrac{q}{C} = \dfrac{Q_0}{C}\cos(\omega t + \varphi)$. Với u là hiệu điện thế tức thời giữa hai bản tụ.

c) Cường độ dòng điện

Cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây L biến thiên điều hoà:

$$i = q' = -\,\omega Q_o\sin(\omega t + \varphi)$$
$$= \omega Q_o\sin(\omega t + \varphi + \pi) = I_o\sin(\omega t + \varphi + \pi)$$

Trong đó $I_o = \omega Q_o$ là cường độ dòng điện cực đại.

2. Năng lượng trong mạch dao động

a) Chọn điều kiện ban đầu thích hợp ta có $q = Q_o\sin\omega t$

- Năng lượng điện trường trong tụ điện:

$$W_C = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_o^2}{2C}\cos^2\omega t = \frac{Q_o^2}{4C} + \frac{Q_0^2}{4C}\cos(2\omega t)$$

- Năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{Q_o^2}{2C}\sin^2\omega t = \frac{Q_o^2}{4C} - \frac{Q_o^2}{4C}\cos(2\omega t)$$

- Năng lượng điện từ trong mạch dao động:

$$W = W_L + W_C = \frac{Q_o^2}{2C} = \text{const}$$

b) Kết luận

- Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện, năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.
- Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn cùng tần số $\omega' = 2\omega \Rightarrow f' = 2f$ và $T' = \frac{T}{2}$.
- Tại mọi thời điểm, tổng năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là không đổi. Năng lượng của mạch dao động được bảo toàn.

II. Điện từ trường – sóng điện từ

1. Điện từ trường

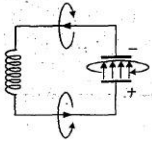
a. Giả thuyết của Macxoen

- Khi từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra điện trường xoáy có đường sức điện bao quanh đường cảm ứng từ (điện trường tĩnh có đường sức hở).
- Khi điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra từ trường có đường cảm ứng từ bao quanh đường sức điện.

⇒ Không thể có điện trường hoặc từ trường tồn tại riêng biệt, độc lập nhau. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất là trường điện từ.

b. Dòng điện dịch: Khi tụ điện tích điện hoặc phóng điện, giữa hai bản cực có điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy như dòng điện chạy trong dây dẫn đi qua tụ điện.

- Vậy dòng điện dịch là khái niệm chỉ sự biến thiên của điện trường giữa các bản tụ điện (nơi không có dây dẫn) tương đương với dòng chạy trong dây dẫn và cũng sinh ra từ trường biến thiên.



- Dòng điện dẫn và dòng điện dịch tạo thành dòng điện khép kín trong mạch.

2. Sóng điện từ

a) Định nghĩa: là quá trình lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

b) Tính chất

* Truyền trong mọi môi trường vật chất, kể cả trong chân không. Vận tốc trong chân không là $c = 3.10^8$ m/s.

* Là sóng ngang, các vectơ $\vec{E}$ và $\vec{B}$ vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$. Ba vectơ $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ tại một điểm tạo thành tam diện thuận.

* Trong sóng điện từ, tại một điểm dao động điện trường và từ trường luôn đồng pha.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

* Cũng có các tính chất giống như sóng cơ học, chúng có thể phản xạ, khúc xạ, giao thoa…

* Khi truyền trong không gian, sóng điện từ mang theo năng lượng tỉ lệ với lũy thừa bậc 4 của tần số.

c) Sóng vô tuyến: là sóng điện từ có tần số hàng nghìn Hz trở lên.

– Tầng điện li là tầng khí quyển tính từ độ cao khoảng 80km trở lên, ở đó chứa nhiều hạt tích điện.

+ Với sóng trung (bước sóng từ 1000 m xuống 100 m): Ban ngày bị hấp thụ mạnh nên không truyền đi xa. Ban đêm sóng ít bị hấp thụ, phản xạ tốt ở tầng điện li nên sóng có thể truyền đi xa. Vì vậy ban đêm nghe đài sóng trung rõ hơn ban ngày.

+ Với sóng ngắn (λ từ 100 m xuống 10 m): có năng lượng lớn, bị tầng điện li phản xạ mạnh xuống đất, rồi từ mặt đất phản xạ lên tầng điện li, quá trình cứ tiếp tục như vậy. Do đó một đài phát sóng ngắn có công suất lớn có thể truyền sóng tới mọi điểm trên Trái Đất.

+ Với sóng cực ngắn (λ từ 10 m xuống 0,01 m): Không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ, nó xuyên qua tầng điện li nên nó chủ yếu được dùng trong thông tin vũ trụ.

Đặc biệt: Vô tuyến truyền hình dùng các sóng cực ngắn, không truyền được xa trên mặt đất, không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ, nó xuyên qua tầng điện li. Muốn truyền hình đi xa, người ta phải đặt các đài tiếp sóng trung gian, hoặc dùng vệ tinh nhân tạo để thu rồi phát trở về Trái Đất.

✍ ***Chú ý:*** Sóng dài và cực dài (bước sóng 100km – 1km) năng lượng thấp, bị các vật trên mặt đất hấp thụ mạnh nhưng nước lại hấp thụ ít, do đó sóng dài và cực dài được dùng trong thông tin liên lạc dưới nước.

3. Phát và thu sóng điện từ

a. Mạch dao động kín và hở

- Mạch LC là mạch dao động kín: không phát sóng điện từ.
- Nếu bản cực tụ điện bị lệch: có sóng điện từ thoát ra.
- Thực tế dùng anten: ở giữa là cuộn dây, ở trên hở, đầu dưới nối đất.

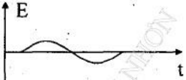
b. Phát và thu sóng điện từ

- Phát sóng: kết hợp máy phát dao động điều hòa và anten. Mạch hoạt động gây ra điện từ trường biến thiên, anten phát sóng điện từ cùng tần số f.
- Thu sóng: kết hợp anten với mạch dao động có tụ điện điện dung thay đổi. Điều chỉnh C để mạch cộng hưởng tần số f cần có, gọi là chọn sóng.
- Bước sóng của sóng điện từ mà mạch phát ra hay thu được:

$$\lambda = c.T = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC} \text{ với } c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

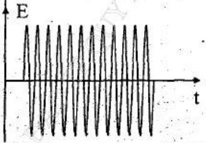
c. Nguyên tắc chung của việc thông tin truyền thanh bằng sóng vô tuyến

– Dùng micrô để biến dao động âm thành dao động điện: sóng âm tần.



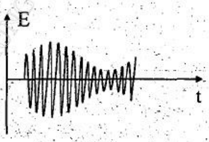
Đồ thị E(t) của sóng âm tần

– Dùng sóng vô tuyến điện từ cao tần có bước sóng từ vài m đến vài trăm m để tải các thông tin gọi là sóng mang.



Đồ thị E(t) của sóng mang chưa bị biến điệu

– Phải biến điện sóng điện từ. Dùng mạch biến điệu để "trộn" sóng âm tần với sóng mang.



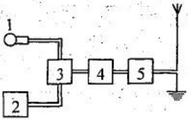
Đồ thị E(t) của sóng mang đã được biến điệu về biên độ

– Ở nơi thu, dùng mạch tách sóng để tách sóng âm tần ra khỏi sóng cao tần để đưa ra loa.

– Khi tín hiệu thu được có cường độ nhỏ, ta phải khuếch đại chúng bằng các mạch khuếch đại.

d. Các bộ phận chính trong mạch phát – thu sóng vô tuyến.

– Sơ đồ khối của mạch phát sóng vô tuyến gồm 5 bộ phận cơ bản: micrô; bộ phát sóng cao tần; mạch biến điệu; mạch khuếch đại và anten.



(1): Tạo ra dao động điện từ âm tần.

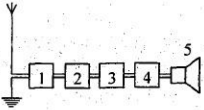
(2): Phát sóng điện từ có tần số cao (cỡ MHz).

(3): Trộn dao động điện từ cao tần với dao động điện từ âm tần.

(4): Khuếch đại dao động điện từ cao tần đã được biến điệu.

(5): Tạo ra điện từ trường cao tần lan truyền trong không gian.

– Sơ đồ khối của một máy thu vô tuyến cũng gồm 5 bộ phận cơ bàn: anten; mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần; mạch tách sóng; mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần và loa.



(1): Thu sóng điện từ cao tần biến điệu.

(2): Khuếch đại dao động điện từ cao tần từ anten gửi tới.

(3): Tách dao động điện từ âm tần ra khỏi dao động điện từ cao tần.

(4): Khuếch đại dao động điện từ âm tần từ mạch tách sóng gửi đến.

(5): Biến dao động điện thành dao động âm.

III. Các công thức và những điều cần lưu ý

1. Các biểu thức quan hệ U_0, I_0, u, i giúp tính nhanh

Từ $W = W_L + W_C = W_{Lmax} = W_{Cmax} \Rightarrow \dfrac{Q_o^2}{2C} = \dfrac{LI_o^2}{2} = \dfrac{CU_o^2}{2}$

Tính nhanh năng lượng điện, năng lượng từ: $\begin{cases} W_L = \dfrac{1}{2}Li^2 = \dfrac{C}{2}\left(U_0^2 - u^2\right) \\ W_C = \dfrac{1}{2}Cu^2 = \dfrac{L}{2}\left(I_0^2 - i^2\right) \end{cases}$

Tính nhanh giá trị cực đại I_0, U_0: $\begin{cases} I_o = U_o\sqrt{\dfrac{C}{L}} = \sqrt{i^2 + \dfrac{C}{L}u^2} \\ U_o = I_o\sqrt{\dfrac{L}{C}} = \sqrt{u^2 + \dfrac{L}{C}i^2} \end{cases}$

Tính nhanh giá trị tức thời u, q, i:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1 \qquad \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1$$

$$\boxed{u = \sqrt{\frac{L}{C}\left(I_o^2 - i^2\right)} = \sqrt{U_o^2 - \frac{L}{C}i^2}} \qquad \boxed{i = \sqrt{\frac{C}{L}\left(U_o^2 - u^2\right)} = \sqrt{I_o^2 - \frac{C}{L}u^2}}$$

Khi năng lượng điện gấp n lần năng lượng từ $W_đ = nW_t$ thì dòng điện tức thời, hiệu điện thế và điện tích được tính:

$$i = \pm\frac{I_0}{\sqrt{n+1}}; \quad u = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}U_0 \text{ và } q = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}Q_0$$

Do $\boxed{\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{I_o}{Q_o}}$ nên chu kì có thể tính theo: $\boxed{T = 2\pi\dfrac{Q_o}{I_o}}$

2. Bộ tụ ghép

Mạch có L và C_1: phát ra f_1

Mạch có L và C_2: phát ra f_2

$\boxed{C_1 \text{ nt } C_2: f_{nt}^2 = f_1^2 + f_2^2}$ hoặc $\boxed{\dfrac{1}{T_{nt}^2} = \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2}}$ và $\boxed{\lambda_{nt} = \dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}}$

$\boxed{C_1 // C_2: \dfrac{1}{f_{//}^2} = \dfrac{1}{f_1^2} + \dfrac{1}{f_2^2}}$ hoặc $\boxed{T_{//}^2 = T_1^2 + T_2^2}$ và $\boxed{\lambda_{//} = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}$

3. Bộ tụ xoay

a. $\lambda = cT = c2\pi\sqrt{LC} \rightarrow \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1}}{C_0} \rightarrow \begin{cases} nt: C_{nt} < C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 < \lambda_0 \\ //: C_{//} > C_0 \Leftrightarrow \lambda_1 > \lambda_0 \end{cases}$

Tụ xoay C_x // C_0: $\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{C_{x_1} + C_0}{C_0}$

b. Công thức tính điện dung của tụ điện $C_x = \frac{\varepsilon S}{4k\pi d}$ với d là khoảng cách giữa hai bản tụ. Có: $C_x = a\varphi + b$

- $\varphi = \varphi_{min} \Rightarrow C_x = a\varphi_{min} + b$
- $\varphi = \varphi_{max} \Rightarrow C_x = a\varphi_{max} + b$

$\Rightarrow$ C_x có giá trị biến thiên: $(a\varphi_{min} + b) \le C_x \le (a\varphi_{max} + b)$

4. Sự tương tự giữa dao động điện và dao động cơ

Đại lượng cơ	Đại lượng điện
x	q
v	i
m	L
k	$\frac{1}{C}$
F	U
μ	R
$W_đ$	W_t (W_C)
W_t	$W_đ$ (W_L)

Dao động cơ	Dao động điện
$x'' + \omega^2 x = 0$	$q'' + \omega^2 q = 0$
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$x = A\cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$
$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$
$A^2 = x^2 + (\frac{v}{\omega})^2$	$q_0^2 = q^2 + (\frac{i}{\omega})^2$
$F = -kx = -m\omega^2 x$	$u = \frac{q}{C} = L\omega^2 q$
$W_đ = \frac{1}{2}mv^2$	$W_t = \frac{1}{2}Li^2$
$W_t = \frac{1}{2}kx^2$	$W_đ = \frac{q^2}{2C}$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2-3 ĐỊA THI 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

B. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ mH và một tụ điện có điện dung $C = \frac{4}{\pi}$ nF. Sau khi kích thích cho mạch dao động, chu kì dao động của mạch là

A. 4.10^{-4} s. **B.** 2.10^{-6} s. **C.** 4.10^{-5} s. **D.** 4.10^{-6} s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì chu kì $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi}10^{-3}.\frac{4}{\pi}10^{-9}} = 4.10^{-6}$ s $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 4 μH và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 640 pF. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch này có giá trị

A. từ 2.10^{-8} s đến $3,6.10^{-7}$ s. **B.** từ 4.10^{-8} s đến $2,4.10^{-7}$ s.

C. từ 4.10^{-8} s đến $3,2.10^{-7}$ s. **D.** từ 2.10^{-8} s đến 3.10^{-7} s.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 2: Một mạch dao động LC gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi}$ H và một tụ điện có điện dung C. Tần số dao động riêng của mạch là 0,5 MHz. Giá trị của điện dung là

A. $C = \frac{1}{2\pi}$ μF. **B.** $C = \frac{2}{\pi}$ pF. **C.** $C = \frac{2}{\pi}$ μF. **D.** $C = \frac{1}{2\pi}$ pF.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Chọn đáp án B vì $C = \frac{1}{4f^2\pi^2L} = \frac{1}{4.\left(0,5.10^6\right)^2.\pi^2.\frac{1}{2\pi}} = \frac{2}{\pi}.10^{-12}\text{ F} = \frac{2}{\pi}$ pF

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L không đổi và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_1 thì tần số dao động riêng của mạch là f_1. Để tần số dao động riêng của mạch là $\sqrt{5}\,f_1$ thì phải điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị

A. $5C_1$ **B.** $\frac{C_1}{5}$ **C.** $\sqrt{5}\,C_1$ **D.** $\frac{C_1}{\sqrt{5}}$

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP. QUY NHƠN

Bài toán 2: Một mạch dao động gồm một cuộn dây thuần cảm và một tụ điện phẳng. Khi khoảng cách giữa các bản tụ giảm đi 2 lần thì chu kì dao động trong mạch

A. tăng 2 lần. **B.** giảm 2 lần. **C.** tăng $\sqrt{2}$ lần. **D.** giảm $\sqrt{2}$ lần.

Bài toán 3: Cho mạch dao động điện từ gồm cuộn cảm thuần và một tụ điện có điện dung thay đổi được. Khi điện dung của tụ là C_1 thì chu kì của mạch là 10μs, khi tụ có điện dung C_2 thì chu kì của mạch là 20μs. Khi tụ điện có điện dung $C_3 = C_1 + 2C_2$ thì chu kì của mạch bằng

A. 22,2μs. **B.** 30μs. **C.** 14,1μs. **D.** 15μs.

Ví dụ 3: Trong mạch dao động LC lí tưởng. Biểu thức nào sau đây là đúng về mối liên hệ giữa U_0 và I_0?

A. $I_0 = U_0\sqrt{\dfrac{C}{L}}$ **B.** $U_0 = I_0\sqrt{\dfrac{C}{L}}$ **C.** $U_0 = I_0\sqrt{LC}$ **D.** $I_0 = U_0\sqrt{LC}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong mạch dao động LC, năng lượng điện trường và năng lượng từ biến thiên và chuyển hóa cho nhau $\Rightarrow W_{đmax} = W_{tmax} \Rightarrow \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2$

$\Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\dfrac{L}{C}}$ hoặc $I_0 = U_0\sqrt{\dfrac{C}{L}} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thực hiện dao động điện từ tự do. Điện tích cực đại trên mỗi bản tụ là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0. Chu kì dao động điện từ của mạch là

A. $T = 2\pi\dfrac{Q_0}{I_0}$ **B.** $T = 2\pi Q_0 I_0$ **C.** $T = 2\pi\dfrac{I_0}{Q_0}$ **D.** $T = 2\pi LC$

Bài toán 2: Trong mạch dao động LC, khi hoạt động thì điện tích cực đại của tụ điện là $Q_0 = 1\mu C$ và cường độ dòng điện cực đại ở cuộn dây là $I_0 = 10A$. Tần số dao động của mạch là

A. 1,6 MHz. **B.** 16 MHz. **C.** 1,6 kHz. **D.** 16 kHz.

Bài toán 3: Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung $C = 25\,\mu F$ và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là $U_0 = 5$ V. Biết cường độ dòng điện cực đại trong mạch là 1A, tần số dao động của mạch là

A. $f = 4\,kHz$ **B.** $f = \dfrac{4}{\pi}\,kHz$ **C.** $f = \dfrac{1}{\pi}\,kHz$ **D.** $f = 1\,kHz$

Ví dụ 4: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 5 μH và tụ điện có điện dung 5μF. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là

A. $5\pi.10^{-6}$s. **B.** $2,5\pi.10^{-6}$s. **C.** $10\pi.10^{-6}$s. **D.** 10^{-6}s.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp điện tích trên tụ có độ lớn cực đại (biên) là:

$$t = \frac{T}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{2} = \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{5.10^{-6}.5.10^{-6}} = 5\pi.10^{-6}\ \text{s} \Rightarrow$$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: *(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)* Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ. Tại thời điểm t = 0, điện tích trên một bản tụ điện cực đại. Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt thì điện tích trên bản tụ này bằng một nửa giá trị cực đại. Chu kì dao động riêng của mạch dao động này là

A. 4Δt. **B.** 6Δt. **C.** 3Δt. **D.** 12Δt.

Ví dụ 5: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Lúc đầu tụ được tích điện cực đại $Q_0 = 10^{-8}$C. Thời gian ngắn nhất để tụ phóng hết điện tích là 2μs. Cường độ dòng điện hiệu dụng phóng qua cuộn dây là

A. 55,5 mA. **B.** 5,55 mA. **C.** 11,1 mA. **D.** 22,2 mA.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Thời gian ngắn nhất để tụ phóng hết điện tích là $\frac{T}{4}$, do đó $T = 8.10^{-6}$s

+ Ta có $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega Q_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi Q_0}{\sqrt{2}T} = \frac{2.3,14.10^{-8}}{\sqrt{2}.8.10^{-6}} = 5,55.10^{-3}\,\text{A} = 5,55\ \text{mA}$

⇒ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Một tụ điện có $C = 1\,\mu F$ được tích điện với hiệu điện thế cực đại U_0. Sau đó cho tụ điện phóng điện qua một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm L = 9 mH. Coi $\pi^2 = 10$. Để hiệu điện thế trên tụ điện bằng một nửa giá trị cực đại thì khoảng thời gian ngắn nhất kể từ thời điểm nối tụ với cuộn dây là

A. $1,5.10^{-9}$ s. **B.** $0,75.10^{-9}$ s. **C.** 5.10^{-5} s. **D.** 10^{-4} s.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 6: Một mạch dao động LC có cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 2 mH và tụ điện có điện dung C = 5 μF. Biết hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 10 mV. Năng lượng điện từ của mạch là

A. $25.\ 10^{-6}$ mJ. **B.** $2,5.10^{-6}$ mJ. **C.** $2,5.10^{-6}$ mJ. **D.** $2,5.10^{-7}$ mJ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có $W = W_đ + W_t = W_{đmax} = W_{tmax}$.

Vì bài toán cho biết C và hiệu điện thế cực đại U_0 nên ta tính năng lượng điện từ của mạch thông qua năng lượng điện cực đại.

$$W = W_{đmax} = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}5.10^{-6}.\left(10.10^{-3}\right)^2 = 2,5.10^{-10}\ J \Rightarrow \textit{Đáp án D}$$

Ví dụ 7: Mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung 10 μF và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 0,1 H. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì cường độ dòng điện trong mạch là 0,02 A. Hiệu điện thế cực đại trên bản tụ là

A. 4 V. **B.** 5 V. **C.** $2\sqrt{5}$ V. **D.** $5\sqrt{2}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì $W = W_đ + W_t = W_{đmax} = W_{tmax}$ và bài toán cho biết C, U_0 nên ta viết

$$W_đ + W_t = W_{đmax} \Rightarrow \frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}CU_0^2$$

$$\Rightarrow U_0 = \sqrt{u^2 + \frac{L}{C}i^2} = \sqrt{4^2 + \frac{0,1}{10.10^{-6}}(0,02)^2} = 2\sqrt{5}\ (V) \Rightarrow \textit{Đáp án C}$$

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động điện từ điều hoà LC với L = 0,1 H và C =10 μF. Tại thời điểm dòng điện trong mạch i = 30 mA thì hiệu điện thế giữa 2 bản tụ điện là $u_c = 4$ V. Cường độ dòng điện cực đại trong khung là

A. 40 mA. **B.** 50 mA. **C.** 60 mA. **D.** 80 mA.

Ví dụ 8: Mạch dao động LC, tụ điện có điện dung C = 5μF, cuộn dây thuần cảm. Biết hiệu điện thế cực đại tại hai đầu tụ điện là U_0 = 4V. Tìm năng lượng từ trường trong mạch tại thời điểm hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện bằng 2V.

A. 3.10^{-5}J. **B.** 3.10^{-6}J. **C.** 2.10^{-5}J. **D.** 2.10^{-4}J.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có: $W = W_đ + W_t \Rightarrow W_t = W - W_đ$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}CU_0^2 - \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}C\left(U_0^2 - u^2\right) = 3.10^{-5}(J) \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5\,\mu F$. Dao động điện từ tự do của mạch LC với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng từ trường trong mạch bằng

A. 4.10^{-5} J. **B.** 5.10^{-5} J. **C.** 9.10^{-5} J. **D.** 10^{-5} J.

Ví dụ 9: Cho mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Biết điện tích cực đại trên tụ là $Q_0 = 2.10^{-9}\,C$ và cường độ dòng điện qua cuộn dây $I_0 = 10$ mA. Khi điện tích tức thời trên tụ là $q = 1{,}2.10^{-9}\,C$ thì độ lớn cường độ dòng điện tức thời qua cuộn dây là

A. 2 mA **B.** 4 mA **C.** 6 mA **D.** 8 mA

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ $\begin{cases} q = Q_0\cos(\omega t + \varphi) \\ i = q' = -I_0\sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \left(\dfrac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\dfrac{q}{Q_0}\right)^2 = 1$

Thay số ta có $\left(\dfrac{i}{10}\right)^2 + \left(\dfrac{1{,}2.10^{-9}}{2.10^{-9}}\right)^2 = 1 \Rightarrow i = 8$ mA $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Trong mạch dao động LC có dao động điện từ riêng với tần số góc 10^4 rad/s. Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C. Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 5.10^{-6} A thì điện tích trên tụ điện là

A. 2.10^{-10} C. **B.** 4.10^{-10} C. **C.** 8.10^{-10} C. **D.** $8{,}7.10^{-10}$ C.

Ví dụ 10: Xét hai mạch dao động điện từ lí tưởng. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1, của mạch thứ hai là $T_2 = 2T_1$. Ban đầu điện tích trên mỗi bản tụ điện có độ lớn cực đại Q_0. Sau đó mỗi tụ điện phóng điện qua cuộn cảm của mạch. Khi điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều có độ lớn bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ nhất và độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ hai là

A. 2. **B.** 4. **C.** $\dfrac{1}{2}$ **D.** $\dfrac{1}{4}$

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

DIỄN ĐÀN TOÁN LÍ HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Với mạch 1: $\left(\frac{q_1}{Q_0}\right)^2+\left(\frac{i_1}{I_{01}}\right)^2=1$ và mạch 2 cũng có: $\left(\frac{q_2}{Q_0}\right)^2+\left(\frac{i_2}{I_{02}}\right)^2=1$

+ Do $|q_1|=|q_2|=q>0 \Rightarrow \left(\frac{i_1}{I_{01}}\right)^2=\left(\frac{i_2}{I_{02}}\right)^2 \Rightarrow \frac{|i_1|}{|i_2|}=\frac{I_{01}}{I_{02}}=\frac{\omega_1.Q_0}{\omega_2.Q_0}=\frac{T_2}{T_1}=2$.

$\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Một mạch dao động gồm cuộn dây có độ tự cảm $L=1$mH và tụ điện có điện dung $C=0,1\mu F$ thực hiện dao động điện từ tự do. Khi cường độ dòng điện tức thời trong mạch là $i=6.10^{-3}$A thì điện tích trên hai bản của tụ điện là $q=8.10^{-8}$C. Điện tích cực đại của tụ điện là

A. $Q_0=10^{-8}$C **B.** $Q_0=10^{-7}$C **C.** $Q_0=1,4.10^{-8}$C **D.** $Q_0=2.10^{-7}$C.

Ví dụ 11: Cho mạch dao động điện từ LC lí tưởng. Biết hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ $U_0=4$ V và cường độ dòng điện qua cuộn dây $I_0=20$ mA. Khi cường độ dòng điện tức thời qua cuộn dây là 16 mA thì điện áp tức thời giữa hai bản tụ là

A. 2 V **B.** 2,4 V **C.** 3 V **D.** 3,6V

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $\begin{cases} u=U_0\cos(\omega t+\varphi) \\ i=-I_0\sin(\omega t+\varphi) \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_0}\right)^2+\left(\frac{u}{U_0}\right)^2=1$

Thay số thu được $\left(\frac{16}{20}\right)^2+\left(\frac{u}{4}\right)^2=1 \Rightarrow u=2,4$ V $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong một mạch dao động LC không có điện trở thuần, có dao động điện từ tự do. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ và cường độ dòng điện cực đại qua mạch lần lượt là U_o và I_o. Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch có giá trị $\frac{I_o}{2}$ thì độ lớn hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là

A. $\frac{1}{2}U_o$. **B.** $\frac{\sqrt{3}}{4}U_o$. **C.** $\frac{3}{4}U_o$. **D.** $\frac{\sqrt{3}}{2}U_o$.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài toán 2: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung C. Trong mạch đang có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện $i = 0{,}12\cos 2000t$ (i tính bằng A, t tính bằng s). Ở thời điểm mà cường độ dòng điện trong mạch bằng một nửa cường độ hiệu dụng thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn bằng

A. $12\sqrt{3}$ V. **B.** $5\sqrt{14}$ V. **C.** $6\sqrt{2}$ V. **D.** $3\sqrt{14}$ V.

Ví dụ 12: Cho mạch dao động điện từ gồm một tụ C = 5 μF và cuộn dây thuần cảm L = 50 mH. Sau khi kích thích cho mạch dao động, thấy hiệu điện thế cực đại trên tụ điện đạt giá trị 6 V. Hỏi lúc hiệu điện thế tức thời trên tụ điện là 4 V thì cường độ dòng điện i qua cuộn dây khi đó nhận giá trị bao nhiêu?

A. $i = 3\sqrt{2}.10^{-3}$ A **B.** $i = 2\sqrt{5}.10^{-2}$ A

C. $i = 2.10^{-2}$ A **D.** $i = \sqrt{2}.10^{-3}$ A

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có $\frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 \Rightarrow i^2 = \frac{C}{L}\left(U_0^2 - u^2\right)$

$\Rightarrow i = \sqrt{\frac{C}{L}\left(U_0^2 - u^2\right)} = \sqrt{\frac{5.10^{-6}}{50.10^{-3}}\left(6^2 - 4^2\right)} = 2\sqrt{5}.10^{-2}$ A $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 13: Trong mạch dao động LC lí tưởng, cứ sau những khoảng thời gian như nhau t_0 thì năng lượng trong cuộn cảm và tụ điện lại bằng nhau. Chu kì dao động riêng của mạch là

A. $\frac{t_0}{2}$. **B.** $\frac{t_0}{4}$. **C.** $2t_0$ **D.** $4t_0$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Trong một chu kì dao động điện từ, có bốn lần năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường. Khoảng thời gian giữa hai lần bằng nhau liên tiếp bằng một phần tư chu kì $\Rightarrow T = 4t_0 \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 14: Mạch dao động LC lí tưởng với cuộn dây có $L = 0{,}2$H, tụ điện có điện dung $C = 5\mu$F. Giả sử thời điểm ban đầu tụ điện có điện tích cực đại Q_0. Hỏi sau khoảng thời gian nhỏ nhất bằng bao nhiêu thì năng lượng từ trường gấp 3 lần năng lượng điện trường?

A. $\frac{\pi.10^{-3}}{3}$s **B.** $\frac{\pi.10^{-3}}{6}$s **C.** $\frac{\pi.10^{-3}}{2}$s **D.** $\frac{\pi.10^{-3}}{4}$s

Hướng dẫn giải:

Ta có: $W = W_đ + W_t = 3W_t + W_t = 4W_đ \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} = 4.\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \Rightarrow q = \pm\frac{Q_0}{2}$.

Vậy thời gian ngắn nhất để năng lượng từ trường gấp 3 lần năng lượng điện trường chính là thời gian để điện tích của tụ biến thiên từ giá trị $q = Q_0$ đến giá trị $q = \frac{Q_0}{2}$ lần đầu tiên, cũng tương tự như bài toán vật dao động điều hòa, thời gian để vật từ A về $\frac{A}{2}$ bằng $\frac{T}{6}$ nên ta được: $t = \frac{T}{6} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{6} = \frac{\pi.10^{-3}}{3}$ (s) ⇒ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Một tụ điện có điện dung $10\,\mu F$ được tích điện đến một hiệu điện thế xác định. Sau đó nối hai bản tụ điện vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm 1 H. Bỏ qua điện trở của các dây nối, lấy $\pi^2 = 10$. Sau khoảng thời gian ngắn nhất là bao nhiêu (kể từ lúc nối), điện tích trên tụ điện có giá trị bằng một nửa giá trị ban đầu?

A. $\frac{3}{400}$ s. **B.** $\frac{1}{300}$ s. **C.** $\frac{1}{1200}$ s. **D.** $\frac{1}{600}$ s.

Bài toán 2: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì dao động là T. Tại một thời điểm điện tích trên tụ điện bằng 8.10^{-7}C và đang có xu hướng giảm, sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = 3T/4$ thì cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng $1{,}6\pi.10^{-3}$A. Tìm chu kì T?

Để biết cách giải cho bài toán 2, có thể tham khảo sách: **Hướng dẫn ôn tập và phương pháp giải nhanh bài tập trắc nghiệm vật lí 12.**

Ví dụ 15: Mạch dao động lí tưởng LC, cường độ cực đại qua cuộn dây là 36 mA. Khi năng lượng điện trường bằng 3 lần năng lượng từ trường thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là

A. 18 mA. **B.** 9 mA. **C.** 12 mA. **D.** 3 mA.

Hướng dẫn giải:

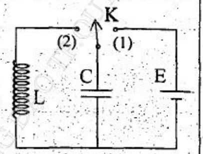
Dễ dàng chứng minh được, khi năng lượng điện trường gấp n lần năng lượng từ trường $W_đ = nW_t$ *thì dòng điện tức thời, hiệu điện thế và điện tích được tính theo các biểu thức:* $i = \pm\frac{I_0}{\sqrt{n+1}}$; $u = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}U_0$ *và* $q = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}Q_0$

Với bài toán này ta có: $i = \pm\frac{I_0}{\sqrt{n+1}} = \pm\frac{36}{\sqrt{3+1}} = \pm18$(mA) ⇒ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Trong mạch dao động LC lí tưởng có một dao động điện từ tự do với tần số riêng $f_o = 1$ MHz. Năng lượng từ trường tromg mạch có giá trị bằng nửa giá trị cực đại của nó sau những khoảng thời gian là

A. $0{,}25\,\mu s$ **B.** $0{,}5\,\mu s$ **C.** $0{,}2\,\mu s$ **D.** $1\,\mu s$

Ví dụ 16: Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ. Tụ điện có điện dung 20μF, cuộn dây có độ tự cảm 0,2H, suất điện động của nguồn điện là 5V. Ban đầu khóa K ở chốt (1), sau khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển khóa K sang chốt (2), trong mạch có dao động điện từ.



1. Tính cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây.

2. Tính cường độ dòng điện qua cuộn dây tại thời điểm điện tích trên tụ chỉ bằng một nửa giá trị điện tích của tụ khi khóa K còn ở (1).

3. Tính hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện khi một nửa năng lượng điện trên tụ điện đã chuyển thành năng lượng từ trong cuộn dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Khi khóa K ở chốt (1), tụ điện được tích năng lượng điện $W = \frac{1}{2}CE^2$

Khi khóa K chuyển sang chốt (2), năng lượng W trên là năng lượng toàn phần của dao động trong mạch, vì vậy ta có:

$$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CE^2 \;\Rightarrow\; I_0 = E\sqrt{\frac{C}{L}} = 5.\sqrt{\frac{20.10^{-6}}{0,2}} = 0,05A$$

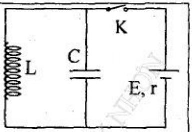
2. Với $q = \frac{1}{2}Q_0 = \frac{1}{2}CE$, từ công thức tính năng lượng điện từ:

$$\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow i = \sqrt{I_0^2 - \frac{q^2}{LC}} = \sqrt{I_0^2 - \frac{1}{4}\frac{C}{L}E^2}$$ thay số được i = 43mA

3. Khi một nửa năng lượng điện trường đã chuyển thành năng lượng từ trường, ta có $W_d = W_t = \frac{1}{2}W$, hay $\frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow u = \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,54V$

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 + ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 17: Cho mạch điện như hình vẽ bên. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 4.10^{-3}H$, tụ điện có điện dung C = 0,1μF, nguồn điện có suất điện động E = 6mV và điện trở trong $r = 2\Omega$. Ban đầu khóa k đóng, khi dòng điện đã chạy ổn định trong mạch, ngắt khóa k.



1. Tính cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây. Hãy so sánh hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện với suất điện động của nguồn cung cấp ban đầu.

2. Tính điện tích trên tụ điện khi năng lượng từ trong cuộn dây gấp 3 lần năng lượng điện trường trong tụ điện.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Ban đầu khóa K đóng, dòng điện qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r} = \frac{6}{2} = 3mA$

Vì điện trở cuộn dây bằng không nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện bằng 0, do đó tụ điện chưa tích điện. Năng lượng trong mạch LC hoàn toàn ở dạng năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}.4.10^{-3}.0,003^2 = 1,8.10^{-8}J$$

Khi ngắt khóa K, mạch dao động với năng lượng toàn phần bằng W, ta có:

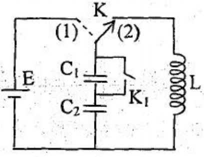
$$\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_0}{E} = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4.10^{-3}}{10^{-5}}} = 10$$

Vậy, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện trong quá trình dao động lớn gấp 10 lần suất điện động của nguồn điện cung cấp.

2. Theo đề ra $W_t = 3W_đ = \frac{3}{4}W \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{3}{4}W$

$$\text{Vậy } q = \sqrt{\frac{3}{2}CW} = \sqrt{\frac{3}{2}.10^{-5}.1,8.10^{-8}} = 5,2.10^{-7}C$$

Ví dụ 18: Trong mạch dao động như hình vẽ, bộ tụ điện gồm 2 tụ C_1, C_2 giống nhau được cấp năng lượng $W_0 = 10^{-6}J$ từ nguồn điện một chiều có suất điện động E = 4V. Chuyển K từ (1) sang (2). Cứ sau những khoảng thời gian như nhau $t_1 = 10^{-6}s$ thì năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng nhau.



1. Xác định cường độ dòng điện cực đại trong cuộn dây.

2. Đóng K_1 vào lúc cường độ dòng điện cuộn dây đạt cực đại. Tính lại hiệu điện thế cực đại trên cuộn dây.

Phân tích và hướng dẫn giải:

1. Khoảng thời gian liên tiếp giữa 2 lần năng lượng điện trường và năng lượng từ trường bằng nhau $t_1 = T/4$, vậy chu kì của mạch LC là $T = 4t_1 = 4.10^{-6}$s

$$\text{Từ } W_0 = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow C = \frac{2W_0}{E^2} = \frac{2.10^{-6}}{4^2} = 0{,}125.10^{-6}\,\text{F}$$

Do C_1 nt C_2 và $C_1 = C_2$ nên $C_1 = C_2 = 2C = 0{,}25.10^{-6}$F

$$\text{Từ } T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = \frac{16.10^{-12}}{4.\pi^2.0{,}125.10^{-6}} = 3{,}24.10^{-6}\,\text{H}$$

Mặt khác $W_0 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{L}} = \sqrt{\frac{2.10^{-6}}{3{,}24.10^{-6}}} = 0{,}785\text{A}$

2. Do đóng K_1 vào lúc cường độ dòng điện qua cuộn dây đạt cực đại nên năng lượng trên các tụ điện bằng không, mặc dù tụ C_1 bị loại khỏi hệ dao động nhưng năng lượng của mạch không bị C_1 lấy đi, vì vậy sau khi đóng K_1 năng lượng điện từ của mạch mới vẫn bằng W_0.

Do còn C_2 nên $\frac{1}{2}C_2U_0^2 = W_0 \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{C_2}} = \sqrt{\frac{2.10^{-6}}{0{,}25.10^{-6}}} = 2{,}83\text{V}$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Hai tụ điện $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 6C_0$ mắc nối tiếp. Nối hai đầu bộ tụ với pin có suất điện động $E = 3\text{V}$ để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L tạo thành mạch dao động điện từ tự do. Tại thời điểm dòng điện qua cuộn dây có độ lớn bằng một nửa giá trị dòng điện cực đại, người ta dùng một dây dẫn điện để nối tắt hai cực của tụ C_1. Hiệu điện thế cực đại trên tụ C_2 của mạch dao động sau đó là

A. $\frac{3\sqrt{3}}{2}$ V. **B.** $\sqrt{3}$ V. **C.** $\frac{\sqrt{6}}{2}$ V. **D.** $\sqrt{6}$ V.

Bài toán 2: Mạch dao động điện từ lý tưởng gồm cuộn cảm thuần và hai tụ điện giống nhau mắc nối tiếp. Hai bản của một tụ được nối với nhau bằng khóa **K**. Ban đầu khóa K mở, cung cấp năng lượng cho mạch dao động thì điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn dây là $8\sqrt{6}$ V. Sau đó vào đúng thời điểm dòng điện qua cuộn dây có cường độ bằng giá trị hiệu dụng thì đóng khóa K. Điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn dây sau khi đóng khóa K là

A. 12V. **B.** 16V. **C.** $12\sqrt{3}$ V. **D.** $14\sqrt{6}$ V.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Ví dụ 19: Mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây mắc với một tụ điện. Biết dòng điện cực đại qua cuộn dây là I_0. Nếu chỉ tính đến hao phí vì nhiệt do cuộn dây có điện trở R thì công suất cần cung cấp cho mạch để mạch hoạt động ổn định được tính theo biểu thức nào?

A. $P = \frac{1}{2}I_0^2R$. **B.** $P = I_0^2R$. **C.** $P = 2I_0^2R$. **D.** $P = \frac{1}{\sqrt{2}}I_0^2R$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Để duy trì dao động trong mạch thì phải cung cấp cho mạch công suất đúng bằng công suất hao phí vì nhiệt $P_{cc} = P_{hp} = I^2R = \frac{I_0^2}{2}R \Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 20: Cho mạch dao động LC, tụ điện có $C = 1\mu F$, cuộn dây không thuần cảm có $L = 1mH$ và điện trở thuần $r = 0,5\Omega$. Điện áp cực đại hai đầu tụ điện $U_0 = 8V$. Cho rằng năng lượng mạch bức xạ sóng điện từ ra bên ngoài không đáng kể. Để duy trì dao động trong mạch, cần cung cấp công suất bằng

A. 8mW. **B.** 16mW. **C.** 24mW. **D.** 32mW.

Hướng dẫn giải

Từ $\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0^2 = \frac{CU_0^2}{L} = \frac{10^{-6}.8^2}{10^{-3}} = 64.10^{-3}$

Công suất cần cung cấp cho mạch là:

$$P = I^2r = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 r = \frac{64.10^{-3}}{2}.0,5 = 16.10^{-3}\,(W) = 16\ (mW) \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung 5 μF. Nếu mạch có điện trở thuần 10^{-2} Ω, để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12 V thì phải cung cấp cho mạch một công suất trung bình bằng

A. 72 mW. **B.** 72 μW. **C.** 36 μW. **D.** 36 mW.

Bài toán 2: Một mạch dao động gồm một cuộn cảm 275 μH có điện trở thuần r và một tụ điện 4200 pF. Bỏ qua mất mát do bức xạ sóng điện từ. Để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại trên tụ điện là 6V cần phải cung cấp cho mạch một công suất 137 μW. Tìm điện trở thuần r của cuộn dây?

Câu 21: Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần R = 1Ω vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ I. Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung $C = 2.10^{-6}$F. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kì bằng $\pi.10^{-6}$ s và cường độ dòng điện cực đại bằng 8I. Giá trị của r bằng

A. 0,25 Ω. **B.** 1 Ω. **C.** 0,5 Ω. **D.** 2 Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Khi cuộn dây nối với nguồn có suất điện động ε, theo định luật Ôm cho toàn mạch ta có: $I = \dfrac{\varepsilon}{(R+r)} \Rightarrow \varepsilon = I(R+r)$

+ Khi dùng nguồn này nạp điện cho tụ thì điện tích cực đại của tụ điện:

$$Q_0 = C.U_0 = C.\varepsilon = C.I(R+r)$$

+ Khi nối tụ với cuộn dây thành mạch dao động thì chu kì dao động: $T = 2\pi\dfrac{Q_0}{I_0}$

Thay các giá trị đã cho, ta được: $\pi.10^{-6} = 2\pi.\dfrac{2.10^{-6}.I.(1+r)}{8I} \Rightarrow 1 = \dfrac{(1+r)}{2}$

$\Rightarrow r = 1\Omega \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 22: Một khung dao động gồm tụ điện có điện dung C = 10 pF và cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm L = 10 mH. Tụ điện được tích điện đến hiệu điện thế 12 V. Sau đó cho tụ điện phóng điện trong mạch. Lấy $\pi^2 = 10$ và gốc thời gian là lúc tụ điện bắt đầu phóng điện. Biểu thức điện tích trên tụ điện là

A. $q = 1,2.10^{-10}\sin(10^6\pi t + \pi/2)$ (C). **B.** $q = 1,2.10^{-7}\sin 10^6\pi t$ (C).

C. $q = 1,2.10^{-7}\sin(10^6\pi t + \pi/2)$ (C). **D.** $q = 1,2.10^{-10}\sin 10^3\pi t$ (C).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Phương trình điện tích giữa hai bản tụ điện có dạng: $q = Q_0\sin(\omega t + \varphi)$

Có $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{10.10^{-3}.10.10^{-12}}} = \dfrac{10^7}{\sqrt{10}} = \pi.10^6$ (rad/s)

và $Q_0 = CU_0 = 10.10^{-12}.12 = 1,2.10^{-10}$ C

Lúc t = 0 thì $q = Q_0\sin(\varphi) = Q_0 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{2}$.

Vậy $q = 1,2.10^{-10}\sin(10^6\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ (C) $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Bài tập vận dụng: Một tụ điện của một mạch dao động có điện dung 1800 pF; cuộn cảm của mạch có độ tự cảm $2\mu H$. Để tạo ra dao động điện từ trong mạch, ban đầu người ta nạp điện cho tụ điện sao cho điện áp cực đại giữa hai bản tụ điện bằng 1 mV. Bỏ qua điện trở của các dây nối và điện trở của cuộn cảm. Lấy gốc thời gian là lúc điện áp trên tụ điện đạt giá trị cực đại. Phương trình của cường độ dòng điện trong mạch là

A. $i = 30\cos\left(1,6.10^7 t\right)(\mu A)$. **B.** $i = 30\cos\left(1,6.10^7 t + \frac{\pi}{3}\right)(\mu A)$.

C. $i = 30\cos\left(1,6.10^7 t + \frac{\pi}{2}\right)(\mu A)$. **D.** $i = 3\cos\left(1,6.10^7 t - \frac{\pi}{6}\right)(\mu A)$.

Ví dụ 23: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm biến thiên điều hòa theo thời gian

A. luôn ngược pha nhau. **B.** với cùng biên độ.

C. luôn cùng pha nhau. **D.** với cùng tần số.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu điện tích trên bản tụ là $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$ thì cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây L là: $i = q' = -\omega Q_o\sin(\omega t + \varphi) = \omega Q_o\sin(\omega t + \varphi + \pi) = \omega Q_o\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

$\Rightarrow$ trong các phương án trên, chỉ có phương án D là thỏa mãn $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 24: Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây **không** đúng?

A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\pi/2$.

D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch biến thiên và chuyển hóa cho nhau $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 25: Mạch dao động LC_1, dao động với tần số f_1. Với mạch dao động LC_2 thì tần số là f_2. Nếu tụ C_1 mắc song song với tụ C_2 rồi mắc với cuộn cảm L thì tần số của mạch dao động được tính theo biểu thức nào?

A. $f = f_1 + f_2$ **B.** $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ **C.** $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ **D.** $f^2 = f_1^2 + f_2^2$

Hướng dẫn giải

Với mạch dao động LC_1 ta có: $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow LC_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$

Với mạch dao động LC_2 ta có: $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow LC_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$

Với mạch dao động gồm L mắc với bộ tụ $(C_1 // C_2)$ ta có:

$$f_{//} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{//}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1 + LC_2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{4\pi^2 f_1^2} + \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_{//}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Chú ý: + Từ $\frac{1}{f_{//}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow T_{//}^2 = T_1^2 + T_2^2$

Nếu $(C_1 \text{ nt } C_2)$ thì $f_{nt}^2 = f_1^2 + f_2^2$ và $\frac{1}{T_{nt}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

+ Chúng ta có thể sử dụng các phương trình trên để làm các bài toán ngược, chẳng hạn bài toán cho $f_{//}$ và f_{nt} cần tìm f_1, f_2. Chỉ cần giải hệ phương trình 2 ẩn: $\begin{cases} \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_{//}^2} \\ f_1^2 + f_2^2 = f_{nt}^2 \end{cases}$ thì sẽ thu được f_1, f_2.

Ví dụ 26: Một mạch dao động gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và hai tụ điện có điện dung C_1 và C_2. Khi mắc cuộn dây riêng với từng tụ C_1, C_2 thì chu kì dao động của mạch tương ứng là $T_1 = 0,3$ ms và $T_2 = 0,4$ ms. Chu kì dao động của mạch khi mắc đồng thời cuộn dây với C_1 song song C_2 là

A. 0,5 ms. **B.** 0,7 ms. **C.** 1 ms. **D.** 0,24 ms.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo các biểu thức ở trên ta có: $T_{//} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 0,5 \text{ ms} \Rightarrow$ *Đáp án A.*

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Bài tập vận dụng:

Bài toán 1: Trong 1 mạch dao động điện từ, khi ghép tụ C_1 với cuộn cảm L thì tần số dao động trong mạch là $f_1 = 7{,}5$ MHz, khi mắc tụ C_2 thay cho tụ C_1 vào mạch dao động thì tần số dao động điện từ trong mạch là $f_2 = 10$ MHz. Tần số dao động trong mạch khi mắc C_1 song song C_2 rồi mắc vào L là

A. 12,5 MHz. **B.** 6 MHz. **C.** 15 MHz. **D.** 17,5 MHz.

Bài toán 2: Trong một mạch dao động điện từ, khi cuộn cảm L ghép với bộ tụ $\left(C_1 \text{ nt } C_2\right)$ thì tần số dao động trong mạch $f_{nt} = 10\text{kHz}$, khi cuộn cảm L ghép với bộ tụ $\left(C_1 \ // \ C_2\right)$ thì tần số dao động trong mạch $f_{//} = 4{,}8\text{kHz}$. Biết $C_1 > C_2$. Hỏi rằng khi cuộn cảm L ghép riêng với tụ C_1 thì tần số dao động trong mạch nhận giá trị nào?

A. 6 kHz. **B.** 8 kHz. **C.** 5,2 kHz. **D.** 14,8 kHz.

Ví dụ 27: Mạch dao động L_1C có tần số dao động f_1. Với mạch dao động L_2C thì tần số dao động là f_2. Khi mạch dao động gồm bộ cuộn cảm (L_1 nối tiếp L_2) mắc với tụ điện C thì tần số dao động sẽ tính theo biểu thức

A. $f = f_1 + f_2$ **B.** $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ **C.** $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ **D.** $f^2 = f_1^2 + f_2^2$

Hướng dẫn giải

Với mạch dao động L_1C có: $L_1C = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$ và L_2C cũng có: $L_2C = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$

Với mạch dao động gồm (L_1 nối tiếp L_2) mắc với tụ C ta có:

$$f_{nt} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{nt}C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C + L_2C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{4\pi^2 f_1^2} + \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}}}$$

$\Rightarrow \frac{1}{f_{nt}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Chú ý: + Theo bài toán trên, khi (L_1 nt L_2) thì $\frac{1}{f_{nt}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow T_{nt}^2 = T_1^2 + T_2^2$

Vậy nếu $\left(L_1 // L_2\right)$ thì $f_{//}^2 = f_1^2 + f_2^2$ và $\frac{1}{T_{//}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

+ Sử dụng hệ $\begin{cases} \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_{nt}^2} \\ f_1^2 + f_2^2 = f_{//}^2 \end{cases}$ khi gặp bài toán cho f_{nt}, $f_{//}$ để tìm f_1 và f_2.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

Ví dụ 28: Trong mạch dao động, khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_1 với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch là $f_1 = 120$ kHz. Khi mắc cuộn dây có độ tự cảm L_2 với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch là $f_2 = 160$ kHz. Khi mắc L_1 nối tiếp L_2 rồi mắc với tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của mạch lúc đó sẽ là:

A. 96 kHz. **B.** 100 kHz. **C.** 150 kHz. **D.** 200 kHz.

Hướng dẫn giải

Theo biểu thức được thiết lập ở ví dụ trên $\frac{1}{f_{nt}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ ta có

$$f_{nt} = \sqrt{\frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 + f_2^2}} = \sqrt{\frac{120^2.160^2}{120^2 + 160^2}} = 96\ (\text{kHz}) \Rightarrow \textit{Đáp án A.}$$

Ví dụ 29: Khi cho một dòng điện xoay chiều chạy qua một dây dẫn thẳng, xung quanh dây dẫn sẽ

A. có điện trường. **B.** có từ trường.

C. có điện từ trường. **D.** không tồn tại trường vật chất nào.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Xung quanh dây dẫn mang dòng điện có từ trường. Dòng điện xoay chiều có giá trị cường độ dòng điện thay đổi nên từ trường xung quanh dây dẫn biến thiên. Sự biến thiên của từ trường sẽ sinh ra điện trường xoáy

⇒ xung quanh dây dẫn có điện từ trường ⇒ *Đáp án C.*

Ví dụ 30: Chọn phát biểu **sai** khi nói về điện từ trường

A. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là điện từ trường.

B. Điện trường biến thiên nào cũng sinh ra từ trường biến thiên và ngược lại.

C. Không thể có điện trường và từ trường tồn tại độc lập.

D. Nam châm vĩnh cửu là một trường hợp ngoại lệ ở đó chỉ có từ trường.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Nếu nam châm được coi là "chuyển động" trong một hệ quy chiếu nào đó thì xung quanh nam châm sẽ có điện từ trường ⇒ *Đáp án D.*

Ví dụ 31: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì sóng điện từ là sóng ngang. Các vectơ $\vec{E}$ và $\vec{B}$ vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng $\vec{v}$ (Ba vectơ $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ tại một điểm tạo thành tam diện thuận) $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 32: Tầng điện li là tầng khí quyển:

A. ở độ cao 30km trở lên, chứa các hạt mang điện.

B. ở độ cao 100km trở lên, chứa các ion.

C. ở độ cao 80km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion.

D. ở độ cao 150km trở lên, chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Tầng điện li là tầng khí quyển ở độ cao 80km trở lên, ở đó chứa nhiều hạt mang điện và các loại ion $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 33: Chọn phát biểu **sai** khi nói về sóng vô tuyến

A. Trong thông tin vô tuyến, người ta sử dụng những sóng có tần số hàng nghìn Hec trở lên, gọi là sóng vô tuyến.

B. Sóng dài và cực dài có bước sóng từ 10^7m đến 10^5 m.

C. Sóng trung có bước sóng từ 10^3 m đến 10^2 m.

D. Sóng cực ngắn có bước sóng từ 10 m đến 10^{-2} m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Vì sóng dài và cực dài có bước sóng từ 1km đến 100km $\Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 34: Để thông tin liên lạc giữa các phi hành gia trên vũ trụ với trạm điều hành dưới mặt đất người ta đã sử dụng sóng vô tuyến có bước sóng thuộc khoảng

A. 100km – 1km.
B. 1000km – 100km.
C. 100 m – 10 m.
D. 10 m – 0,01 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Sử dụng sóng cực ngắn $\Rightarrow$ *Đáp án D.*

Ví dụ 35: Một mạch dao động LC có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{10^{-3}}{\pi}$ H và một tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi}$ nF. Bước sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra là

A. 6 m. **B.** 60 m. **C.** 600 m. **D.** 6km.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra được tính

$\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8\sqrt{\frac{10^{-3}}{\pi}.\frac{1}{\pi}.10^{-9}} = 600$ m $\Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 36: Một mạch dao động điện tử LC có điện tích cực đại trên bản tụ là 1 μC và dòng điện cực đại qua cuộn dây là 0,314 A. Sóng điện từ do mạch dao động này phát ra thuộc loại

A. sóng dài và cực dài. **B.** sóng trung.

C. sóng ngắn. **D.** sóng cực ngắn.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ta có $I_o = \omega Q_o = 2\pi f.Q_o \Rightarrow f = \frac{I_o}{2\pi.Q_o}$ (1) và $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ (2).

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ bước sóng điện từ $\lambda = c\frac{2\pi.Q_o}{I_o} = 3.10^8\frac{2.3,14.1.10^{-6}}{0,314} = 6000$ m.

Giá trị tính được thuộc vùng sóng dài và cực dài $\Rightarrow$ *Đáp án A.*

Ví dụ 37: Khi ghép tụ C_1 với cuộn cảm L thì thu được bước sóng $\lambda_1 = 100$ m, khi mắc tụ C_2 thay cho tụ C_1 vào mạch dao động thì thu được $\lambda_2 = 75$ m. Vậy nếu mắc C_1 nối tiếp C_2 vào mạch dao động thì thu được bước sóng là

A. 40 m. **B.** 60 m. **C.** 80 m. **D.** 120 m.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Như đã biết khi $(C_1 // C_2)$ *thì* $\frac{1}{f_{//}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ *và* $T_{//}^2 = T_1^2 + T_2^2$

khi $(C_1 \text{ nt } C_2)$ *thì* $f_{nt}^2 = f_1^2 + f_2^2$ *và* $\frac{1}{T_{nt}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

Mà $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ *(λ tỉ lệ thuận với T, tỉ lệ nghịch với f) nên dễ dàng suy ra*

$\lambda_{//}^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2$ *và* $\frac{1}{\lambda_{nt}^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$

Với bài toán C_1 nối tiếp C_2 này, áp dụng $\frac{1}{\lambda_{nt}^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$ ta được:

$$\lambda_{nt} = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} = \frac{100.75}{\sqrt{100^2 + 75^2}} = 60\,\text{m} \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Ví dụ 38: Trong mạch chọn sóng, cùng dùng một tụ điện C, khi mắc nó với cuộn dây có độ tự cảm L_1 thì mạch thu được bước sóng $\lambda_1 = 80\text{m}$. Khi mắc nó với cuộn dây có độ tự cảm L_2 thì mạch lại thu được bước sóng $\lambda_2 = 60\text{m}$. Nếu mắc tụ đó với bộ cuộn cảm gồm L_1 nối tiếp L_2 nói trên thì mạch thu được bước sóng là

A. 140 m. **B.** 100 m. **C.** 20 m. **D.** 70 m.

Hướng dẫn giải:

Như đã biết khi $(L_1 \text{ nt } L_2)$ *thì* $\frac{1}{f_{nt}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$ *và* $T_{nt}^2 = T_1^2 + T_2^2$

khi $(L_1 \,//\, L_2)$ *thì* $f_{//}^2 = f_1^2 + f_2^2$ *và* $\frac{1}{T_{//}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$

Mà $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ *(λ tỉ lệ thuận với T, tỉ lệ nghịch với f) nên dễ dàng suy ra*

$\lambda_{nt}^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2$ *và* $\frac{1}{\lambda_{//}^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$

Với bài toán L_1 nối tiếp L_2 này, áp dụng $\lambda_{nt}^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2$ ta được:

$$\lambda_{nt} = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100(\text{m}) \Rightarrow \textit{Đáp án B.}$$

Ví dụ 39: Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm và một tụ điện có điện dung C = 12 nF. Để bước sóng mà dao động tự do của mạch thu được giảm hai lần thì phải mắc thêm một tụ điện C_0 như thế nào và có điện dung bao nhiêu?

A. C_0 = 36 nF, nối tiếp với C. **B.** C_0 = 4 nF, nối tiếp với C.

C. C_0 = 16 nF, song song với C. **D.** C_0 = 4 nF, song song với C.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Phân tích và hướng dẫn giải:

Với tụ C có $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ và với bộ tụ C_b cũng có $\lambda_b = 2\pi c\sqrt{LC_b}$

Vì $\lambda_b = \dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow C_b = \dfrac{C}{4} \Rightarrow C_b < C \Rightarrow$ C_0 ghép nối tiếp với C

$\dfrac{1}{C_b} = \dfrac{1}{C} + \dfrac{1}{C_0} \Rightarrow C_0 = \dfrac{C.C_b}{C - C_b} = 4\text{ nF} \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Mạch dao động dùng để chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C_0 và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Máy này thu được sóng điện từ có bước sóng 20 m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 60 m, phải mắc song song với tụ điện C_0 của mạch dao động một tụ điện có điện dung

A. $C = C_0$. **B.** $C = 2C_0$. **C.** $C = 8C_0$. **D.** $C = 4C_0$.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Ví dụ 40: Mạch chọn sóng LC gồm cuộn dây có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C biến đổi được. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng từ λ_1 đến λ_2 (với $\lambda_1 < \lambda_2$) thì điện dung của tụ điện nằm trong khoảng nào sau đây?

A. $\dfrac{\lambda_1^2}{3.10^8.4\pi^2L} \le C \le \dfrac{\lambda_2^2}{3.10^8.4\pi^2L}$ **B.** $\dfrac{\lambda_1^2}{9.10^{16}.2\pi L} \le C \le \dfrac{\lambda_2^2}{9.10^{16}.2\pi L}$

C. $\dfrac{\lambda_1^2}{3.10^8.2\pi L} \le C \le \dfrac{\lambda_2^2}{3.10^8.2\pi L}$ **D.** $\dfrac{\lambda_1^2}{9.10^{16}.4\pi^2L} \le C \le \dfrac{\lambda_2^2}{9.10^{16}.4\pi^2L}$.

Hướng dẫn giải

Với C_1 có $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1} \Rightarrow C_1 = \dfrac{\lambda_1^2}{9.10^{16}.4\pi^2L}$. Với C_2 cũng có $C_2 = \dfrac{\lambda_2^2}{9.10^{16}.4\pi^2L}$

Vậy khoảng biến thiên điện dung là $\dfrac{\lambda_1^2}{9.10^{16}.4\pi^2L} \le C \le \dfrac{\lambda_2^2}{9.10^{16}.4\pi^2L} \Rightarrow$ *Đáp án D.*

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm cuộn cảm L = 0,4mH và một tụ xoay C_x. Biết rằng mạch này có thể thu được dải sóng ngắn có bước sóng từ $\lambda_1 = 10$m đến $\lambda_2 = 60$m. Miền biến thiên điện dung của tụ xoay C_x là

A. $0{,}14\text{pF} \le C_x \le 5{,}04\text{pF}$. **B.** $0{,}07\text{pF} \le C_x \le 2{,}5\text{pF}$.

C. $0{,}7\text{pF} \le C_x \le 25\text{pF}$. **D.** $7\text{pF} \le C_x \le 252\text{pF}$.

Ví dụ 41: Mạch chọn sóng gồm cuộn dây có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C biến thiên từ 56pF đến 667pF. Muốn mạch thu được sóng điện từ có bước sóng từ 40m đến 2600m thì cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm nằm trong giới hạn nào?

A. $4\mu H \le L \le 1{,}43.10^3\mu H$ **B.** $4\mu H \le L \le 2{,}86.10^3\mu H$.

C. $8\mu H \le L \le 2{,}86.10^3\mu H$ **D.** $8\mu H \le L \le 1{,}43.10^3\mu H$ x

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2,3 ĐỊA CHỈ: 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Hướng dẫn giải

Bước sóng mạch thu được: $\lambda = cT = c.2\pi\sqrt{LC}$

+ Ta có $\lambda_{min} = c.2\pi\sqrt{L_{min}C_{min}}$

$$\Rightarrow L_{min} = \frac{\lambda_{min}^2}{c^2.4\pi^2.C_{min}} = \frac{40^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(56.10^{-12})} = 8.10^{-6}(H) = 8(\mu H).$$

+ Và $\lambda_{max} = cT_{max} = c.2\pi\sqrt{L_{max}C_{max}}$

$$\Rightarrow L_{max} = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2.C_{max}} = \frac{2600^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(667.10^{-12})} = 2,86.10^{-3}(H) = 2,86.10^3(\mu H)$$

Vậy độ tự cảm phải thuộc khoảng $8\mu H \le L \le 2,86.10^3\mu H \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện, cuộn thuần cảm có độ tự cảm thay đổi từ 1mH đến 25mH. Để mạch thu được các sóng điện từ có bước sóng từ 120m đến 1200m thì tụ điện phải có điện dung biến đổi từ

A. 4pF đến 16pF. **B.** 4pF đến 400pF.

C. 16pF đến 160nF. **D.** 400pF đến 160nF.

Ví dụ 42: Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm và một bộ tụ điện. Bộ tụ điện gồm tụ có điện dung C_0 ghép song song với một tụ xoay C_x. Khi điện dung C_x biến đổi từ 10pF đến 250 pF thì mạch bắt được sóng có bước sóng từ 10m đến 30m. Điện dung C_0 và độ tự cảm của mạch là

A. 20 pF; 1,3μH. **B.** 30 pF; 0,925μH.

C. 20 pF; 0,925 μH. **D.** 30 pF; 1,3μH.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Vì C_0 và C_x ghép song song nên $C_1 = C_0 + C_{x1}$ và $C_2 = C_0 + C_{x2}$

+ Từ biểu thức $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ ta có $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1}$ và $\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2}$

$$\text{suy ra } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{30}{10} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 9 \Rightarrow \frac{C_0 + C_{x2}}{C_0 + C_{x1}} = 9$$

$$\Rightarrow 8C_0 = C_{x2} - 9C_{x1} \Rightarrow C_0 = 20pF$$

+ Từ $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1} = 2\pi c\sqrt{L(C_0 + C_{x1})} \Rightarrow L = 0,925\ \mu H \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Ví dụ 43: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm và một tụ xoay. Tụ xoay từ góc 0^0 đến 120^0 thì điện dung biến thiên từ 10pF đến 250pF. Khi góc xoay của tụ ở 8^0 thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng là 10m. Biết rằng điện dung của tụ tỉ lệ bậc nhất với góc xoay. Muốn bắt được sóng có bước sóng 20 m thì tụ cần xoay thêm một góc

A. 47^0. **B.** 39^0. **C.** 31^0. **D.** 55^0.

Phân tích và hướng dẫn giải:

+ Điện dung C của tụ xoay tỉ lệ bậc nhất với góc xoay α theo hệ số tỉ lệ k.

Khi ở 0^0 thì điện dung đã có giá trị $C_0 = 10\text{pF}$ nên có thể viết $C = 10 + k\alpha$

Thay $C = 250\text{pF}$ ứng với $\alpha = 120^0$ ta có $250 = 10 + k120 \Rightarrow k = 2$.

Vậy khi ở góc α bất kì, giá trị điện dung là $C = 10 + 2.\alpha$

+ Từ biểu thức $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ ta có $\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_1}$ và $\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{20}{10} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 4 \Rightarrow \frac{10 + 2.\alpha_2}{10 + 2.8^0} = 4 \Rightarrow \alpha_2 = 47^0$$

+ Vậy tụ phải xoay thêm một góc $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 = 47^0 - 8^0 = 39^0 \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Ví dụ 44: Một tụ xoay có điện dung biến thiên liên tục và tỉ lệ thuận với góc quay từ giá trị $C_1 = 10\text{pF}$ đến $C_2 = 370\text{pF}$ tương ứng khi góc quay của các bản tụ tăng dần từ 0° đến 180°. Tụ điện được mắc với một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 2\mu\text{H}$ để tạo thành mạch chọn sóng của máy thu. Để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 18{,}84\text{m}$ thì góc xoay của tụ phải nhận giá trị

A. $\alpha = 30°$. **B.** $\alpha = 20°$. **C.** $\alpha = 40°$. **D.** $\alpha = 60°$.

Hướng dẫn giải

Để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 18{,}84\text{m}$ thì

$$C = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2L} = \frac{(18{,}84)^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.2.10^{-6}} = 50.10^{-12}(\text{F}) = 50(\text{pF}).$$

Và để C = 50pF, phải xoay bản tụ một góc $\alpha = \dfrac{180(50-10)}{370-10} = 20° \Rightarrow$ *Đáp án B.*

Bài tập vận dụng: Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây thuần cảm $L = 2.10^{-5}$ (H) và một tụ điện xoay có điện dung biến thiên từ 10pF đến 500pF khi góc xoay biến thiên từ 0^0 đến 180^0. Khi góc xoay của tụ bằng 90^0 thì mạch thu được sóng điện từ có bước sóng

A. 107,522 m **B.**188,4 m **C.** 134,544 m **D.** 26,644 m

Ví dụ 45: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (gọi là sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Cho tần số sóng mang là 800 kHz. Khi dao động âm tần có tần số 1000 Hz thực hiện một dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được số dao động toàn phần là

A. 800. **B.** 1000. **C.** 625. **D.** 1600.

(Trích ĐTTS vào các trường Đại học khối A, 2010)

Hướng dẫn giải

Từ $f_{ct} = \frac{N_{ct}}{t} \Rightarrow N_{ct} = f_{ct}.t = f_{ct}.T_{at} = f_{ct}.\frac{1}{f_{at}} = 800.10^3.\frac{1}{1000} = 800 \Rightarrow$ *Đáp án A.*

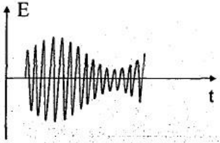
Bài tập vận dụng: Trong việc truyền thanh bằng sóng trung 800 kHz, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ. Số chu kì dao động điện cao tần trong một chu kì dao động điện âm tần 500 Hz là

A. 1600 chu kì.

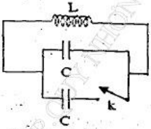
B. 625 chu kì.

C. 1,6 chu kì.

D. 0,625 chu kì.



B. BÀI TẬP TỰ LUYỆN TỔNG HỢP



Câu 1: Một mạch dao động gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ C giống nhau mắc như hình vẽ. Mạch đang hoạt động thì ta đóng khóa k. Chu kỳ dao động của mạch sẽ

A. không thay đổi **B.** giảm 0,5 lần

C. tăng $\sqrt{2}$ lần. **D.** giảm $\sqrt{2}$ lần.

Câu 2: Trong dao động điện từ vào dao động cơ học, cặp đại lượng cơ – điện nào sau đây có vai trò không tương đương nhau?

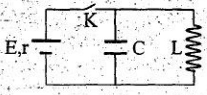
A. tọa độ x và điện tích q.

B. vận tốc v và điện áp u.

C. khối lượng m và độ tự cảm L.

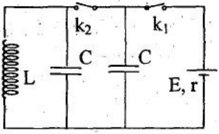
D. độ cứng k và nghịch đảo của điện dung.

Câu 3: Mạch dao động LC lí tưởng có L = 8 μH và C = 2 μF được mắc vào nguồn điện một chiều như hình vẽ. Biết suất điện động và điện trở trong của nguồn lần lượt là 4 V và 2 Ω. Ban đầu khoá K đóng, khi dòng điện trong mạch ổn định thì người ta ngắt khoá K. Dòng điện qua cuộn cảm bằng 0 sau một khoảng thời gian ngắn nhất bằng



A. $3\pi.10^{-6}$ s. **B.** $4\pi.10^{-6}$ s. **C.** $2\pi.10^{-6}$ s. **D.** $\pi.10^{-6}$ s.

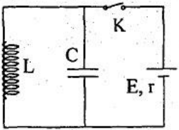
Câu 4: Cho mạch điện như hình vẽ, E = 4V, r = 4 Ω, hai tụ điện C giống nhau, cuộn dây có độ tự cảm $L = 10^{-4}$H. Ban đầu các tụ điện chưa tích điện, đóng cả hai khóa k_1 và k_2. Khi dòng điện trong mạch đã ổn định, ngắt khóa k_1 để có dao động điện từ với hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây đúng bằng suất điện động E của nguồn. Bỏ qua điện trở thuần của cuộn dây, dây nối và các khóa k_1, k_2.



1. Xác định C của mỗi tụ điện và cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây.

2. Khi năng lượng trong cuộn dây bằng năng lượng trên bộ tụ điện, ngắt k_2. Xác định hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây sau đó.

Câu 5: Một khung dao động gồm một tụ điện và một cuộn dây thuần cảm được nối với một bộ pin điện trở trong r qua một khóa điện k. Ban đầu khóa k đóng. Khi dòng điện đã ổn định, người ta mở khóa và trong khung có dao động điện với chu kì T. Biết rằng hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện lớn gấp n lần suất điện động của bộ pin, hãy tính theo T và n điện dung C của tụ điện và độ tự cảm L của cuộn dây?



Câu 6: Một nguồn phát sóng vô tuyến đặt tại O, phát ra một sóng có tần số 10 MHz, biên độ 200 V/m. Vận tốc sóng là 3.10^8m/s. Vectơ điện trường tại O có phương song song với trục Oz; vectơ từ cảm có độ lớn 2.10^{-4}T và có phương song song với trục Ox của hệ tọa độ Oxyz vuông góc. Lấy pha dao động ban đầu bằng không. Phương trình truyền của sóng điện từ theo phương Oy là

A. $E = 200\cos 2\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4}\cos 2.10^7\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (T).

B. $E = 200\cos 2.10^7\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4}\cos 2.10^7\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$(T).

C. $E = 200\cos 20\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (V/m) và $B = 2.10^{-4}\cos 20\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (T).

D. $E = 200\cos 2.10^7\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$ (V/m) và $B = 200\cos 2.10^7\pi\left(t-\dfrac{y}{3.10^8}\right)$(T).

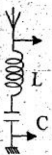
Câu 7: Mạch dao động ở hình vẽ bên dùng để thu các sóng trung. Để có thể thu được các sóng dài thì phải:

A. Mắc nối tiếp thêm một tụ điện với tụ cho sẵn.

B. Thay tụ cho sẵn bằng một tụ có điện dung lớn hơn.

C. Thay cuộn dây bằng một cuộn dây khác có số vòng ít hơn.

D. Không cần thay đổi gì cả.



Câu 8: Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 11,3μH và tụ điện có điện dung C = 1000pF.

1. Mạch điện nói trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bằng bao nhiêu?

2. Để thu được dải sóng từ 20m đến 50m, người ta phải ghép thêm một tụ xoay C_V với tụ C nói trên, tìm khoảng giá trị của C_V.

3. Để thu được sóng 25m, C_V phải có giá trị bao nhiêu? Các bản tụ di động phải xoay một góc bằng bao nhiêu kể từ vị trí điện dung cực đại, biết các bản tụ di động có thể xoay từ 0 đến 180^0?

Câu 9: Một ăng ten ra đa phát ra những sóng điện từ đến một máy bay đang bay về phía ra đa. Thời gian từ lúc ăng ten phát đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là 120μs. Ăng ten quay với tốc độ góc 0,5 vòng/s. Ở vị trí của đầu vòng quay tiếp theo ứng với hướng của máy bay, ăng ten lại phát sóng điện từ, thời gian từ lúc phát đến lúc nhận lần này là 117μs. Tính tốc độ trung bình của máy bay. Biết vận tốc ánh sáng trong không khí bằng $c = 3.10^8$m/s

A. 810 km/h. **B.** 1200km/h. **C.** 910km/h. **D.** 850km/h.

“Niềm tin chiến thắng sẽ đưa ta đến bến bờ vui...”

MỤC LỤC

Lời nói đầu ....

***Chủ đề 1.* DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ** 5
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 5
  - *B. Các dạng bài tập thường gặp và phương pháp giải* 7

***Chủ đề 2:* CON LẮC LÒ XO** 54
  - *A. Lí thuyết và các dạng toán thường gặp* 54
  - *B. Hệ thống ví dụ minh hoạ* 59
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 91

***Chủ đề 3:* CON LẮC ĐƠN** 96
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 96
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 100
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 127

***Chủ đề 4:* TỔNG HỢP DAO ĐỘNG VÀ CÁC LOẠI DAO ĐỘNG** 129
  - *A. Tổng hợp dao động* 129
  - *B. Các loại dao động* 142
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 152

***Chủ đề 5:* SÓNG CƠ HỌC** 154
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 154
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 156
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 166

***Chủ đề 6:* SÓNG ÂM** 169
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 169
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 171
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 178

***Chủ đề 7:* GIAO THOA SÓNG, SÓNG DỪNG** 179
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 179
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 184
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 219

***Chủ đề 8:* DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU** 222
  - *A. Các dạng bài và những điều cần lưu ý* 222
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 223
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 290

***Chủ đề 9:* CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN** 295
  - *A. Hệ thống ví dụ minh hoạ* 295
  - *B. Bài tập tự luyện tổng hợp* 317

***Chủ đề 10:* DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ** 319
  - *A. Lí thuyết cơ bản* 319
  - *B. Ví dụ minh hoạ* 325
  - *C. Bài tập tự luyện tổng hợp* 349

Chịu trách nhiệm xuất bản :
Giám đốc ĐINH NGỌC BẢO
Tổng biên tập ĐINH VĂN VANG

Chịu trách nhiệm nội dung và bản quyền :
CÔNG TY TNHH SÁCH SƯ PHẠM

Biên tập nội dung :
NGUYỄN MAI DUNG

Trình bày bìa :
PHẠM VIỆT QUANG

Chế bản :
PHÒNG CHẾ BẢN – CÔNG TY CỔ PHẦN HỌC LIỆU SƯ PHẠM

CẨM NANG ÔN LUYỆN THI ĐẠI HỌC, CAO ĐẲNG MÔN VẬT LÍ (Tập 1)
In 2000 bản, khổ 17×24cm, tại Công ty Cổ phần in Khoa học Kĩ thuật.
Số đăng kí KHXB : 64 – 2011/CXB/1024 –01/ĐHSP ngày 11/1/2011.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2011.

DIỄN ĐÀN TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 ĐỊA CHỈ 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN